



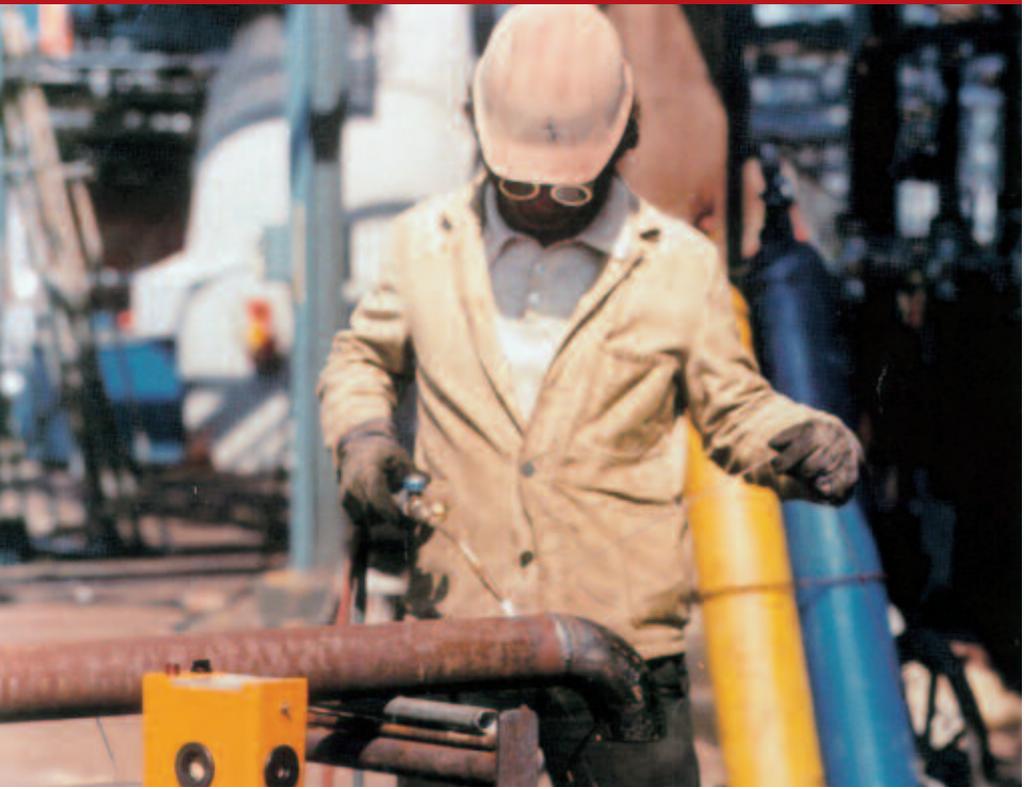
BG

Vereinigung der Metall-
Berufsgenossenschaften

BGI 554

BG-Information

Gasschweißer



Bodo Rösemann

Gasschweißer

Verantwortlich für den Inhalt:

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5	5 Schweißtechnische Arbeiten mit besonderen Gefahren	39
1 Eigenschaften von Gasen	6	5.1 Arbeiten in engen Räumen	39
1.1 Acetylen	6	5.1.1 Gefahren	39
1.2 Flüssiggas	8	5.1.2 Schutzmaßnahmen	41
1.3 Erdgas	9	5.2 Arbeiten in Bereichen mit Brand- und Explosionsgefahr	43
1.4 Sauerstoff	9	5.2.1 Charakteristik und Ausdehnung der Bereiche	43
2 Umgang mit Geräten und Einrichtungen	10	5.2.2 Bereiche mit Brandgefahr	45
2.1 Umgang mit Gasflaschen	10	5.2.3 Bereiche mit Explosionsgefahr	50
2.1.1 Kennzeichnung von Gasflaschen	10	5.3 Schweißen an oder in Behältern mit gefährlichem Inhalt	50
2.1.2 Inhalt der Gasflaschen	12	5.4 Unterwasserschweiß- und -schneidarbeiten	53
2.1.3 Handhabung und Lagerung von Gasflaschen	13	5.5 Arbeiten in Druckluft	53
2.1.4 Befördern von Gasflaschen	14	6 Unfallberichte	54
2.1.5 Aufstellen von Gasflaschen	15	7 Vorschriften und Regeln	60
2.1.6 Umfüllen von Gasflaschen	17	7.1 Unfallverhütungsvorschriften	60
2.1.7 Flaschenbatterien	18	7.2 BG-Regeln und BG-Informationen	60
2.1.8 Verdampferanlagen	19	7.3 Verordnungen und Technische Regeln	61
2.2 Umgang mit Druckminderern	19	7.4 Normen	61
2.3 Umgang mit Gasschläuchen	23	7.5 Sonstige Regeln der Technik	63
2.4 Umgang mit Brennern	25	Anhang	64
2.5 Umgang mit Sicherheitseinrichtungen	29		
2.6 Formieren	31		
3 Gesundheitsgefahren durch Schadstoffe	32		
3.1 Gase und Rauche	32		
3.2 Lufttechnische Maßnahmen	33		
4 Persönliche Schutzausrüstungen	34		
4.1 Arbeits- und Schutzkleidung	34		
4.2 Atemschutz	34		
4.3 Strahlung und Augenschutz	35		
4.4 Lärm und Gehörschutz	37		
4.5 Sonstige Schutzausrüstungen	38		

Vorwort

In vielen Bereichen von Fertigung und Instandhaltung spielen nach wie vor das Gasschweißen und die damit verwandten Verfahren – Brennschneiden, Flammlöten, Flammrichten, Flammwärmen u. a. – eine große Rolle.

Zehntausende von Beschäftigten in Industrie und Handwerk arbeiten täglich mit dem Brenner, um Metallteile durch die Einwirkung der Brenngas-Sauerstoff- oder Brenngas-Luft-Flamme zu verbinden, zu verformen, zu beschichten oder zu trennen. Die Gerätetechnik wurde zu einem hohen Stand entwickelt.

Die Schweißer erfahren während ihrer Ausbildung und in nachgehenden Schulungen alles Wesentliche über die Eigenschaften der benutzten Gase und über den Umgang mit den Einrichtungen der Autogentechnik.

Und doch gehen auch von dieser Technik Gefahren aus.

Es kommt zum Umfallen der Gasflasche, zum Flammenrückschlag, zum Platzen des Schlauches, zu Vergiftungen, zu Blendungen, zu einer Verpuffung oder auch zu einer Explosion.

Unfälle sind die Folge, viele kleine Verletzungen und manchmal auch Ereignisse mit schwer wiegenden Folgen für die Betroffenen.

Wie kann man das verhindern?

Noch sicherere Einrichtungen verwenden, noch genauer und eindringlicher informieren, sich noch sicherer und gesundheitsbewusster verhalten!

Vorschriften, Normen und Regeln sind nicht immer zur Hand. Man muss auch zugeben, dass sie nicht immer übersichtlich und leicht lesbar erscheinen. Deshalb sollen auf den folgenden Seiten Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Anwendung der Autogentechnik in verständlicher Form abgehandelt werden.

Möglichkeiten zur Umsetzung der Forderungen, die z. B. Arbeitsschutzgesetz und Betriebssicherheitsverordnung sowohl an die Unternehmer aber auch an die Versicherten stellen, werden anhand des in der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) sowie der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) beschriebenen Standes der Technik aufgezeigt.

Zurzeit werden Technische Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung bearbeitet und sind zum Teil bereits veröffentlicht. Für bisher nicht geregelte Bereiche können zur Beschreibung des Standes der Technik nach wie vor die Inhalte der Regeln (z. B. TRAC, TRG) auch zurückgezogener Vorschriften in Bezug genommen werden.

In vielen Fällen wird der Gasschweißer sich darüber hinaus informieren müssen, um auch anderen Gefährdungen am Arbeitsplatz begegnen zu können, die nur indirekt mit dem Schweißen zu tun haben: Schleifarbeiten, Arbeiten von Leitern aus, Bauarbeiten usw.

Andere BG-Informationen stehen dafür zur Verfügung.

1 Eigenschaften von Gasen

Die Autogentechnik beruht auf der Ausnutzung der in den Brenngasen enthaltenen Energien. Ihre Nutzbarmachung bedingt die Verwendung hoch entwickelter Geräte und Verfahren. Während ihre technische Anwendung als bekannt vorausgesetzt wird, sollen nachfolgend die dabei auftretenden Gefahren behandelt und Hinweise zu deren Minimierung oder Verhütung gegeben werden.

Nur ausreichende Kenntnis der Gefahren ermöglicht es, die erforderlichen Schutzmaßnahmen für den konkreten Fall zu treffen. Dabei spielt die Kenntnis über die Eigenschaften der verwendeten Gase eine wichtige Rolle.

In der Autogentechnik wird meist Acetylen als Brenngas eingesetzt. Flüssiggas und Erdgas werden vorwiegend für Anwärmarbeiten, Flammlöten und Brennschneiden verwendet.

Um den hohen Energiegehalt dieser Gase auszunutzen und hohe Flammenleistungen sowie hohe Verbrennungstemperaturen zu erreichen, wird meist Sauerstoff zugeführt.

1.1 Acetylen

Acetylen ist etwas leichter als Luft (Bild 1-1). Es ist eine instabile chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Wasserstoff: C_2H_2 .

Geringe Verunreinigungen verleihen dem Acetylen seinen eigentümlichen Geruch. An der Luft verbrennt das Gas mit stark rußender Flamme, da der zur Verfügung stehende Sauerstoff – die Luft enthält nur etwa 21 Vol.-% davon – für eine vollständige Verbrennung nicht ausreicht. Wird es dagegen im richtigen Verhältnis mit Luft oder Sauerstoff gemischt, so verbrennt es

vollständig und rußfrei bei hoher Temperatur, z. B. mit Sauerstoff bei $3100\text{ }^\circ\text{C}$.

Gemische von Acetylen und Luft oder Sauerstoff sind innerhalb bestimmter, aber sehr weiter Grenzen zünd- und explosionsfähig. Bei Luft liegen diese Grenzen zwischen 2,3 und 82 Vol.-% Acetylen, während in Sauerstoff 2,3 bis 93 Vol.-% Acetylen zu Explosionen führen können (Bild 1-2).

Das bedeutet, dass derartige Gemische nahezu in jedem Mischungsverhältnis explosionsgefährlich sind. Die Stärke des Geruches ist kein Maßstab für die Größe der Gefahr!

Schon bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen – etwa $305\text{ }^\circ\text{C}$ – kann es zur Zündung dieser Gasgemische kommen. Ein heruntergefallener eiserner Gegenstand, ein Funke in einer elektrischen Handbohrmaschine oder in einem Schal-

ter, ein aus der Tasche fallendes Feuerzeug können ebenso wie die Funken am Schleifbock oder ein heißes Ofenrohr die Ursache einer Zündung sein.

Zahlreiche Unfalluntersuchungen haben ergeben, dass oft ungewöhnliche Vorgänge für die Auslösung des Unglücks ursächlich waren.

Acetylen ist ein instabiles Gas. Bei plötzlichen Druckstößen oder Temperaturerhöhungen kann ein Zerfall in Wasserstoff und Kohlenstoff erfolgen. Dazu ist kein Sauerstoff erforderlich. Große Wärmemengen werden dabei frei, die schnell zu noch höheren Drücken und damit zu weiterem explosionsartigem Zerfall führen.

Besondere Umsicht ist bei der Gestaltung und Nutzung von Hochdruckteilen der Acetylenversorgungsanlagen erforderlich. Querschnitte und Längen der Hochdruckleitungen sind so gering wie möglich

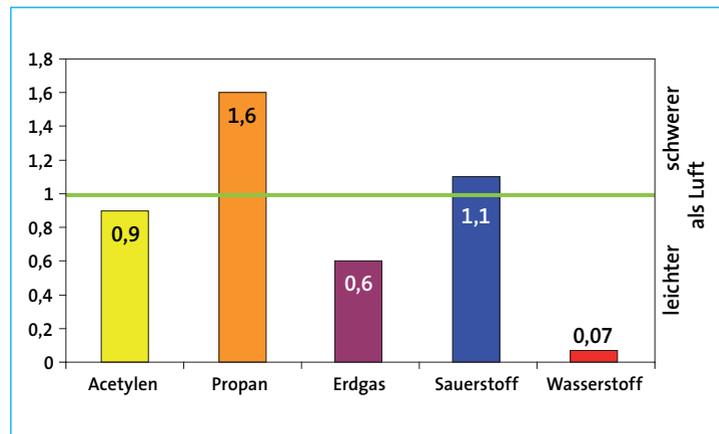


Bild 1-1:
Dichte der
Gase im
Vergleich zu
Luft

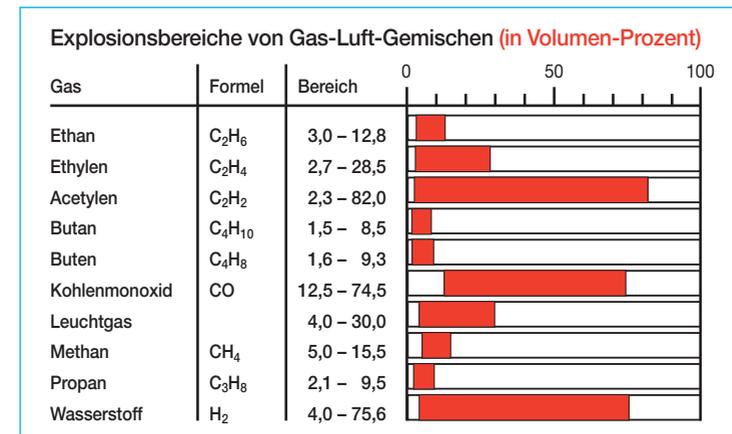


Bild 1-2:
Explosions-
bereiche der
Gase der Auto-
gentechnik

auszuführen, da bei einer adiabatischen Verdichtung durchaus die Zerfallstemperatur von Acetylen erreicht werden kann (siehe Unfallbericht).

Zur Vermeidung gefährlicher Vorgänge ist große Umsicht beim Umgang mit Acetylen erforderlich. Jegliche Manipulationen an Acetylenanlagen oder ihren Bauelementen sind zu unterlassen. So ist es z. B. nicht zulässig, Flaschendruckminderer für den Einsatz als Hauptstellendruckminderer in Acetylenanlagen oder Bündelanschlüssen umzubauen oder mit selbst gefertigten Adaptern zu betreiben. Der zulässige maximale Arbeitsdruck soll langsam erreicht werden und ist auf 1,5 bar begrenzt. Die sichere Speicherung von Acetylen unter höherem Druck in Acetylenflaschen beruht auf besonderen physikalischen Voraussetzungen.

Sicherer Umgang mit Acetylen fordert auch, dass nur geeignete Werkstoffe für Leitungen, Armaturen, Dichtungen und andere Bauteile Verwendung finden.

Kommt Acetylen z. B. mit Kupfer oder hoch kupferhaltigen Legierungen in Berührung, so kann es zur Bildung des äußerst explosiblen Acetylenkupfers kommen. Teile aus reinem Kupfer oder aus Legierungen mit einem Kupfergehalt von mehr als 70 Gew.-% dürfen daher an Acetylenanlagen nicht angebracht werden. Auch als Schlauchverbinder sind Kupferröhrchen deshalb unzulässig.

Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Acetylen sind insbesondere

- Begrenzung der Baugröße des Hochdruckteiles,
- Hinterdruckbegrenzung siehe Abschnitt 2.2,
- Sicherheitseinrichtungen siehe Abschnitt 2.5 und
- Verwendungsbeschränkungen von Werkstoffen siehe Abschnitt 2.2.

1.2 Flüssiggas

Das in der Autogentechnik u. a. zum Brennschneiden, Anwärmen und Flammlöten benutzte Flüssiggas (Propan, Butan oder deren Gemische) ist in gasförmigem Zustand wesentlich schwerer als Luft (Bild 1-1 auf Seite 6).

Es hat daher das Bestreben, in Vertiefungen, wie Keller, Schächte oder Gruben, unter gleichzeitiger Luftverdrängung einzuströmen.

Hierdurch kann es in solchen Bereichen zu Unfällen infolge Sauerstoffmangels kommen, vor allem aber bei Zündung des Gas-Luft-Gemisches zu Bränden und Explosionen.

Gemische von Flüssiggas und Luft sind bei einem Gasanteil von etwa 2 bis 9,5 Vol.-% zünd- und explosionsfähig (Bild 1-2 auf Seite 7). Eine Wolke ausgetretenen Flüssiggases ist in ihrer Randzone praktisch immer zündfähig.

Flüssiggas ist fast geruchlos. Es kann daher in größeren Mengen ausströmen, ohne bemerkt zu werden.

Strömt Flüssiggas in der flüssigen Phase aus, so vergast es in kurzer Zeit zum 260-fachen seines bisherigen Volumens und kann sich also gefährlich schnell und weit ausbreiten.

Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Flüssiggas sind insbesondere

- Sicherheitseinrichtungen siehe Abschnitt 2.5,
- Aufstellung von Gasflaschen zur Entnahme siehe Abschnitt 2.1 und
- Schutz der Gasflaschen vor Wärmeeinwirkung siehe Abschnitt 2.1.

1.3 Erdgas

Auch Erdgas – meist aus Netzen der öffentlichen Gasversorgung – wird in der Autogentechnik eingesetzt. Erdgas enthält hauptsächlich Methan, daneben oft auch weitere Brenngasanteile wie Propan, Butan sowie je nach Förderort unterschiedliche Anteile an Verunreinigungen mit Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff.

Zum Einstellen von definierten Energiegehalten pro Volumeneinheit wird in öffentlichen Netzen häufig Stickstoff zugemischt.

Erdgas ist leichter als Luft (Bild 1-1 auf Seite 6). Der Zünd- und Explosionsbereich von Erdgas in Luft beträgt etwa 5 bis 15 Vol.-% (Bild 1-2 auf Seite 7). Ausgeströmtes Erdgas bewirkt also bei Zündung Brände oder Explosionen.

Erdgas ist geruchlos, wird aber häufig mit einem Geruchsmittel versetzt, um einen unbeabsichtigten und damit gefährlichen Austritt leichter bemerkbar zu machen.

1.4 Sauerstoff

Sauerstoff ist etwas schwerer als Luft (Bild 1-1 auf Seite 6). Er ist selbst nicht brennbar, aber für Verbrennungsvorgänge unentbehrlich. Der Sauerstoffgehalt der Luft beträgt rund 21 Vol.-%. Eine Erhöhung um nur wenige Prozent beschleunigt Verbrennungsprozesse erheblich. In reinem Sauerstoff verläuft die Verbrennung gezündeter oder glühender Stoffe äußerst lebhaft.

Neben der Beschleunigung der Verbrennungsvorgänge bei Erhöhung des Sauerstoffgehaltes ist häufig auch eine Absenkung der Zündtemperatur brennbarer Stoffe feststellbar. So kann reiner Sauerstoff bereits bei Raumtemperatur zur Entzündung von Ölen oder Fetten führen. Auch flammhemmend ausgerüstete Schweißerschutzkleidung kann in stark mit Sauerstoff angereicherter Atmosphäre brennen. Deshalb darf Sauerstoff niemals zur Luftverbesserung in Räumen oder Behältern benutzt werden.

Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Sauerstoff sind insbesondere

- Verwendung geeigneter Werkstoffe und Geräte siehe Abschnitt 2.2,
- Vermeiden von Verschmutzungen siehe Abschnitt 2.2 und
- Vermeiden von Missbrauch siehe Abschnitt 5.3.

2 Umgang mit Geräten und Einrichtungen

2.1 Umgang mit Gasflaschen

2.1.1 Kennzeichnung von Gasflaschen

Neben der Gasversorgung aus Tanks werden auch heute noch die in der Autogentechnik benötigten Gase in Druckgasflaschen bereitgestellt. Sie können darin sicher und wirtschaftlich transportiert, gelagert und zum Verbrauch bereitgehalten werden.

Gasflaschen für Sauerstoff, Druckluft und Brenngase unterliegen der Betriebssicherheitsverordnung. Bis zum Inkrafttreten spezieller Technischer Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung (TRBS) beschreiben nach wie vor die Inhalte der Technischen Regeln der zurückgezogenen Acetylenverordnung (TRAC), der zurückgezogenen Druckbehälterverordnung (TRB) den Stand der Technik und können als Erkenntnisquelle für mögliche Gefährdungen und Maßnahmen zum sicheren Umgang genutzt werden.

Beim Transportieren von Druckgasflaschen sind die Bedingungen nach „Gefahrgut-

verordnung Straße und Eisenbahn“ (GGVSE) einzuhalten.

Sowohl die TRB als auch die GGVSE enthalten Forderungen u. a. über das Prüfen, Kennzeichnen, Füllen, Lagern, Transportieren und Betreiben von Druckgasflaschen.

Auf der Schulter der Gasflaschen sind wichtige Daten eingepreßt (Gasart, Betriebsdruck, Prüfdruck, Prüfdaten, Eigentümer bzw. Hersteller und bei Acetylen auch die Kennzeichnung der porösen Masse).

Die wichtigsten Informationen zum Inhalt der Gasflaschen, der Gasbenennung, den Eigenschaften, dem Hersteller und zu Risiko- und Sicherheitssätzen enthält der **Gefahrgutaufkleber** auf der Flaschenschulter (Bild 2-1).

Nach DIN EN ISO 7225 müssen nunmehr bei Gasgemischen auch die einzelnen Bestandteile aufgeführt werden.

Die Farbkennzeichnung dient als zusätzliche Information über die Eigenschaften der

Bild 2-1: Gefahrgutaufkleber

Der dargestellte Gefahrgutaufkleber erfüllt die Anforderungen der Transportvorschriften (GGVSE/GGVE) und enthält, z. B. für technischen Sauerstoff, die nachfolgend erläuterten Informationen:

Zahlenerklärung:

- 1 Risiko- und Sicherheitssätze
- 2 Gefahrzettel
- 3 Zusammensetzung des Gases bzw. des Gasgemisches
- 4 Produktbezeichnung des Herstellers
- 5 EWG-Nummer bei Einzelstoffen oder das Wort „Gasgemisch“
- 6 Vollständige Gasbenennung nach GGVSE
- 7 Herstellerhinweis
- 8 Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers

Gase (brennbar, oxidierend, giftig usw.) und erleichtert Rückschlüsse zu Verhaltensregeln, wenn der Gefahrgutaufkleber wegen zu großer Entfernung nicht lesbar ist.

Mit der Umsetzung der europäischen Norm DIN EN 1089-3 „Farbkennzeichnung von Gasflaschen“ wurde die Kennzeichnung neu und in der EU einheitlich geregelt. In einer Übergangsfrist, die

am 1. Juli 2006 endete, waren alte und neue Kennzeichnung parallel anzutreffen.

Die neue Kennzeichnung wurde dabei durch ein „N“ auf der Flaschenschulter hervorgehoben (Bild 2-2).

Nach Ende der Übergangsfrist sind nur noch die in DIN EN 1089-3 festgelegten Farbkennzeichnungen zulässig.

Bild 2-2: Farbkennzeichnung von Gasflaschen für industriellen Einsatz

Früher (alt) noch anzutreffen	Gültig	Früher (alt) noch anzutreffen	Gültig
blau blau	weiß blau (grau)	grau grau (schwarz)	leuchtend grün grau (leuchtend grün)
Sauerstoff techn.		Xenon, Krypton, Neon	
gelb gelb (schwarz)	kastanienbraun kastanienbraun (schwarz, gelb)	rot rot	rot rot
Acetylen		Wasserstoff	
grau grau	dunkelgrün grau (dunkelgrün)	rot rot (dunkelgrün)	rot grau
Argon		Formiergas (Gemisch Stickstoff/Wasserstoff)	
dunkelgrün dunkelgrün	schwarz grau (dunkelgrün, schwarz)	grau grau	leuchtend grün grau
Stickstoff		Gemisch Argon/Kohlendioxid	
grau grau	grau grau	grau grau	leuchtend grün grau
Kohlendioxid		Druckluft	
grau grau	braun grau		
Helium			

Anmerkungen:
Der zylindrische Flaschenmantel kann verschiedene Farben aufweisen, von denen eine farblich dargestellt ist und die andere(n) in Klammern erwähnt ist (sind).

Bisher wurden die Ventilanschlüsse nicht EU-einheitlich geregelt. Es gelten nationale Festlegungen.

Zum Vermeiden von Verwechslungen haben in Deutschland die Flaschenventile für verschiedene Gasgruppen unterschiedliche Anschlüsse (z. B. Bügelanschluss für Acetylen, Linksgewinde für andere brennbare Gase, Rechtsgewinde für unbrennbare Gase, Sauerstoff und Druckluft).

Dazu kommen noch Gewinde verschiedener Größen für unterschiedliche Flaschendrucke und/oder verschiedene Gase. Die Verwendung von Übergangsstücken ist untersagt.

2.1.2 Inhalt der Gasflaschen

Bei **verdichteten Gasen**, z. B. Sauerstoff, Druckluft, kann der Inhalt einer Flasche annähernd wie folgt ermittelt werden:

Gasinhalt „I“ =
Druck der Füllung „p“ mal
Rauminhalt der Flasche „V“

Sauerstoffflaschen haben im Allgemeinen einen Druck der Füllung von 200 bar.

Damit gilt als Beispiel die Rechnung:

$p = 200 \text{ bar}$
 $V = 50 \text{ l}$
Der Gasinhalt der Flasche beträgt dann:
 $I = p \times V = 200 \times 50 = 10\,000 \text{ l}$

Acetylen ist in Flaschen als **gelöstes Gas** enthalten. Es kann wegen seiner physikalischen Eigenschaften nicht so hoch verdichtet werden, wie z. B. Sauerstoff.

Für die Speicherung ist die in jeder Acetylenflasche aus Sicherheitsgründen vorhandene poröse Masse mit einem Lösemittel – meist Aceton – getränkt, das Acetylen in großen Mengen zu lösen vermag.

Der höchstzulässige Druck der Füllung einer Acetylenflasche ist festgelegt, bei den meisten Flaschen auf 18 bar Überdruck bei 15 °C. Der Druck in der Flasche ändert sich in Abhängigkeit von der Außentemperatur: Wenn das Manometer bei 15 °C einen Druck von 18 bar anzeigt, so wird es sich z. B. bei 25 °C auf etwa 22 bar und bei 0 °C auf 13 bar einstellen.

Eine 40-l-Acetylenflasche enthält bis zu 7 210 l Acetylen bei 15 °C; das höchste Füllgewicht einer derartigen Flasche darf 8,0 kg Acetylen nicht überschreiten. Einer 40-l-Flasche können kurzfristig bis zu 1 000 l/h Acetylen entnommen werden; bei Dauerentnahme jedoch nur 600 bis 700 l/h.

Bei größeren Entnahmemengen müssen daher mehrere Flaschen zu einer Batterie zusammengefasst werden, wie dies auch bei Sauerstoffflaschen in gleichen Fällen üblich ist.

Flüssiggas, z. B. Propan, ist in der gefüllten Flüssiggasflasche überwiegend

im flüssigen Zustand enthalten. Im Bereich oberhalb des Flüssigkeitsspiegels in der Flasche ist jedoch gasförmiges Propan enthalten; hieraus erfolgt die Gasentnahme. Durch die Verringerung des Drucks bei der Gasentnahme verdampft weiteres Propan aus der Flüssigphase.

So stellt sich immer wieder ein Gleichgewicht zwischen Propan in flüssigem und in gasförmigem Zustand in der Flasche ein.

Da 1 kg flüssiges Propan 1,96 l entspricht und sich bei Übergang in den gasförmigen Zustand um das 260-fache seines Volumens ausdehnt, ergibt sich z. B. als Inhalt einer mit Propan gefüllten 11-kg-Flüssiggasflasche 11 x 1,96 x 260 = 5 600 l.

2.1.3 Handhabung und Lagerung von Gasflaschen

Bis zum Vorliegen entsprechender Technischer Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung beschreibt der Inhalt der TRG 280 „Betreiben von Druckgasbehältern“ umfassend die Sicherheitsbestimmungen für Handhabung und Lagerung von Gasflaschen.

Gasflaschen dürfen nicht geworfen oder liegend gerollt werden. Besonders bei Frost sind sie vor Stößen zu bewahren.

Beim Aufschlagen auf harte Gegenstände oder scharfe Kanten können Kerben im Flaschenmantel entstehen,

die zum Aufreißen der Flasche führen können. Die Beförderung von Flaschen mit Lasthebemagnet ist unzulässig.

Bei Beförderung und Lagerung von Gasflaschen müssen die Ventilschutzeinrichtungen, z. B. Schutzkappen, Bügel, Schutzkörbe, aufgesetzt und sicher befestigt sein, damit Flaschenventile nicht beschädigt werden können.

Sofort nach Entleerung oder vor Transport der Flasche sind die Ventilschutzeinrichtungen wieder aufzusetzen und zu befestigen.

Gefüllte Gasflaschen dürfen zur Vermeidung einer gefährlichen Drucksteigerung nicht der direkten Einwirkung von Wärmequellen, z. B. Heizkörper, Öfen, ausgesetzt sein.

Gasflaschen müssen außerhalb von Arbeitsräumen gelagert werden, entweder in Lagern im Freien (Bild 2-3) oder in gesonderten Lagerräumen.

Bild 2-3: Zweckmäßiges Lager für Gasflaschen



Gefüllte Flaschen sind grundsätzlich nicht in Haus- und Stockwerksfluren, Treppenträumen, Durchgängen und Durchfahrten oder in deren unmittelbarer Nähe und auch nicht an Rettungswegen aufzustellen.

Flaschen für verschiedene Gase sind in gewisser Entfernung voneinander in gesonderten Gruppen, bei größeren Lagermengen möglichst auch in getrennten Räumen, zu lagern.

Die Lagerräume müssen gut gelüftet sein, damit der Bildung explosionsfähiger oder gefährlicher Gemische und Konzentrationen vorgebeugt wird.

Freie Lüftung durch mindestens zwei unverschließbare, direkt ins Freie führende Lüftungsöffnungen – je eine oben und unten – ist zweckmäßig. Bewährt haben sich auch Lagerräume, bei denen die Zugangsseite nur aus Maschendraht besteht.

Die Aufstellflächen für die Gasflaschen müssen so eben und fest sein, dass die Flaschen sicher stehen. Gegebenenfalls ist eine zusätzliche Sicherung gegen Umfallen erforderlich.

2.1.4 Befördern von Gasflaschen

Immer wieder ereignen sich bei der Beförderung von Druckgasflaschen, vor allem in geschlossenen und Werkstattfahrzeugen, schwere Unfälle. Mangelnde Lüftung in Verbindung mit undichten Gasflaschen ist dabei wesentliche Unfallursache.

Die Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE) regelt für den öffentlichen Bereich Anforderungen an Fahrzeug, Kennzeichnung und mitzuführende Dokumente sowie Personal bei der Beförderung von Gasflaschen. Für **Kleinmengentransporte** sind entsprechende Ausnahmeregelungen mit Erleichterungen zur Fahrzeugausrüstung, mitzuführender Dokumente und Forderungen an die Personalausstattung enthalten.

So müssen z. B. keine Warntafeln am Fahrzeug angebracht und lediglich ein 2-kg-ABC-Löschgerät mitgeführt werden. Der Fahrer muss keine Gefahrgutausbildung nachweisen. Es wird aber empfohlen, bei solchen Kleinmengentransporten einen Lieferschein (siehe Anhang) mitzuführen, der Absende- und Zielort sowie Art und Menge mitgeführten Gefahrguts, einschließlich des Nachweises, dass die 1000-Punkte-Grenze nicht überschritten wird, beinhaltet.

Anhang B der GGVSE enthält einzusetzende Maßeinheiten und Faktoren zur Bestimmung der Freigrenzen, innerhalb derer der Transport nach den vereinfachten Bedingungen als Kleinmengentransport gilt.

Das DVS-Merkblatt 0211 „Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen“ gibt Hinweise, welche Mindestvoraussetzungen für eine funktionierende Lüftung zu erfüllen sind.

Im Anhang ist ein Beispiel für die Ermittlung der „Gefahrgutpunkte“ gemäß Kleinmengenregelung zu finden.

Zu beachten ist, dass nur der **Transport** von Kleinmengen, nicht aber die Lagerung von Druckgasflaschen in geschlossenen Fahrzeugen, die nicht für ständige Flaschenaufstellung ausgerüstet sind, erlaubt ist. Das bedeutet, dass die Flaschen erst unmittelbar vor Abfahrt eingeladen werden dürfen, der Zielort auf direktem Wege erreicht wird und die Flaschen unmittelbar nach Ankunft am Zielort aus dem geschlossenen Fahrzeug entfernt werden.

Das Nichtbeachten dieser Grundsätze hat auch in jüngster Zeit zu schweren Unfällen, Explosionen und Bränden von Kleintransportern geführt.

Für sicheren innerbetrieblichen Transport gibt nach wie vor der Inhalt der Technischen Regel „Betreiben von Druckgasbehältern“ (TRG 280) wichtige Hinweise und Regeln.

Beim Be- und Entladen sowie beim Transport von Druckgasflaschen gilt generelles Rauchverbot.

Folgende Grundsätze sind für den Transport von Druckgasflaschen zu beachten:

1. Sicherung der Druckgasflasche bei der Beförderung.
2. Ausreichende Lüftung bei der Beförderung in Fahrzeugen geschlossener Bauweise.
3. Schutz der Flasche und des Flaschenventils.
4. Sorgsames Verschließen der Flaschenventile und wiederkehrende Überprüfung der Dichtheit.

Selbstverständlich muss sein, Druckminderer abzubauen, die Ventile dicht zu schließen – wenn erforderlich, zusätzlich die Ventilschutzmutter aufzuschrauben – und die Ventile durch Aufsetzen und Befestigen der vorgesehenen Ventilschutzeinrichtungen (Ventilschutzkappen, Schutzkörbe o. Ä.) vor Beschädigung zu schützen.

2.1.5 Aufstellen von Gasflaschen

Zur Gasentnahme angeschlossene Gasflaschen und Flaschenbatterien dürfen – genau wie gelagerte Flaschen – nicht in Haus- und Stockwerksfluren, Treppenträumen, Durchgängen und Durchfahrten, in deren unmittelbarer Nähe sowie an Rettungswegen aufgestellt werden.

Auch in bewohnten oder der Öffentlichkeit zugänglichen Räumen, in unmittelbarer Nähe leicht entzündlicher Stoffe und in ungenügend belüfteten Bereichen ist eine Flaschen-Aufstellung unzulässig.

Abweichungen sind nur dann möglich, wenn die Aufstellung zur Ausführung von Arbeiten vorübergehend notwendig ist und besondere Sicherheitsmaßnahmen getroffen sind, z. B. Absperrung, Lüftung.

Wegen möglicher Brand- und Explosionsgefahr ist eine Ansammlung von Gasflaschen außerhalb von Flaschenbatterieräumen und Flaschenanlagen zu vermeiden. An den Arbeitsplätzen dürfen nur die für den ununterbrochenen Fortgang der Arbeiten notwendigen Gasflaschen vorhanden sein, d. h. Reserveflaschen in

höchstens der gleichen Anzahl wie angeschlossene.

Sowohl angeschlossene als auch Reserveflaschen sind gegen Umfallen zu sichern. Bewährt haben sich dafür fest stehende oder fahrbare Gestelle, Schellen oder Ketten (Bild 2-4). Auch die Nutzung der speziellen Transportpaletten mit verstellbarem Riegel, in denen viele Gaslieferanten die Flaschen bereitstellen, ist eine gute Lösung.

Bei der Aufstellung von Gasflaschen wird gelegentlich übersehen, dass die Schlauchanschlusstutzen nicht auf andere Gasflaschen gerichtet sein dürfen. Deshalb müssen die Armaturen entsprechend geneigt oder die Flaschen gedreht werden.

Bild 2-4: Einzelflaschenanlage auf Flaschenwagen. Flaschen gegen Umfallen gesichert, Druckminderer und Schlauchanschlusstutzen zeigen nicht auf benachbarte Flasche



Angeschlossene Einzelflaschen und Flaschenbatterien dürfen nicht erhitzt werden.

Unzulässig ist es also, die Flaschen in unmittelbarer Nachbarschaft von Schmiedefeuern, Öfen, Heizkörpern aufzustellen oder zu lagern oder sie durch Flammen, Lichtbogen oder Heißluftgebläse zu erhitzen. Sonnenstrahlung gilt in unseren Breiten nicht als gefährliche Wärmeeinwirkung.

Flüssiggasflaschen – auch entleerte – müssen bei ihrer Lagerung und im Gebrauch für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren stets aufrecht stehen.

Zum Schutz der Flaschenventile, Druckminderer und Sicherheitseinrichtungen vor Verschmutzung oder Beschädigung sollten auch die Flaschen für andere Gase der Schweißtechnik nur aufrecht stehend betrieben werden.

Vor allem bei Flüssiggasflaschen ist darauf zu achten, dass der Verbrauch der möglichen Verdampfungsleistung angepasst ist und Druckminderer oder Flasche nicht vereisen.

Acetylenflaschen sind besonders sorgsam zu behandeln und dürfen keiner stoßartigen Belastung ausgesetzt werden.

Acetylen als instabiles Gas kann auch ohne Sauerstoff zerfallen und große Wärmemengen freisetzen, die zu weiterem Acetylenzerfall führen.

Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag sind deshalb auch für Einzelflaschenanlagen zu empfehlen.

Brände an Gasflaschen, sofern sie unmittelbar nach Ausbruch bemerkt werden, lassen sich im Allgemeinen durch geeignete Maßnahmen und umsichtiges Verhalten wirksam bekämpfen.

Mit geschützter Hand ist unmittelbar nach Ausbruch des Brandes das Flaschenventil zu schließen. Die Flasche ist zu kühlen und, wenn gefahrlos möglich, ins Freie zu bringen.

Acetylenflaschen sind durch möglichen inneren Zerfall über mehrere Stunden zu kühlen.

Bei anderen in der Schweißtechnik gebräuchlichen Brenngasen gilt jedoch, dass, wenn keine Gefahr für Personen, die Umgebung oder andere Druckgasflaschen besteht, ein kontrollierter Abbrand austretender Brenngase eine „sichere“ Methode zur Explosionsvermeidung darstellt.

In jedem Fall sind die im Sicherheitsdatenblatt vorgesehenen Maßnahmen einzuleiten.

Beim Brand der Armaturen einer Sauerstoffflasche ist das Flaschenventil möglichst sofort zu schließen, um einer Zerstörung des Druckminderers oder des Flaschenventils vorzubeugen.

Flaschen, die gebrannt haben oder einer Brandwirkung ausgesetzt waren, sind deutlich zu kennzeichnen, aus dem Betrieb zu entfernen und mit entsprechendem Hinweis an das Füllwerk zurückzugeben.

2.1.6 Umfüllen von Gasflaschen

Das Füllen von Druckgasflaschen erfolgt üblicherweise in Füllanlagen. In derarti-

gen Anlagen wird durch entsprechendes Fachpersonal die Füllung vorgenommen. Dabei wird gleichzeitig sichergestellt, dass erforderliche Prüffristen eingehalten und notwendige Wartungs- oder Reparaturarbeiten veranlasst werden.

Nur für so genannte Handwerkerflaschen mit Flüssiggas und einem Rauminhalt von einem Liter besteht eine Ausnahme. Hier kann der Handwerker in eigener Verantwortung die Flasche volumetrisch füllen – durch Umfüllen, allerdings ausschließlich mit einer dafür vorgesehenen und zugelassenen Einrichtung (siehe auch TRG 402, Anlage 1).

Um ein sicheres Füllen zu gewährleisten, sind eine Reihe technischer Schutzmaßnahmen zu beachten. Dazu gehören insbesondere Lüftung oder Zündquellenfreiheit; die Sachkunde des Betreffenden muss gewährleistet sein.

Das Umfüllen anderer Gase der Schweißtechnik bis hin zu Acetylen in eigener Regie wird immer wieder, insbesondere von kleineren Betrieben als erstrebenswertes Ziel hingestellt, um angeblich Brenngase bedarfsgerechter einsetzen zu können.

Dazu werden technische Einrichtungen angeboten, die ein Umfüllen ermöglichen sollen.

Welcher Unternehmer kann aber in seiner Gefährdungsanalyse mit Sicherheit ausschließen, dass bei der Entnahme aus den kleinen Acetylenflaschen durch falsche Lage oder zu großen Bedarf auch das Lösemittel Aceton entnommen wurde?

Gefahren ergeben sich dann beim erneuten Füllen. Eine sichere Acetylen-speicherung ist nicht gewährleistet.

Bei anderen Gasen, z. B. Sauerstoff, besteht die Gefahr, dass vor allem ältere Flaschen mit zu hohem Druck befüllt werden. Auch ist das Füllen von Gasflaschen, deren Prüffrist abgelaufen ist, verboten.

Wirtschaftliche Vorteile, die eine Umfüllung durch Verwender rechtfertigen, scheinen äußerst fragwürdig.

Das Umfüllen sollte grundsätzlich immer in entsprechenden Füllwerken erfolgen.

2.1.7 Flaschenbatterien

Bei größerem Verbrauch von Schweißgasen wird die Versorgung aus einzelnen Gasflaschen unwirtschaftlich oder gar unmöglich. Man koppelt daher mehrere Flaschen zu einer **Flaschenbatterie** zusammen.

Von dort wird das Gas über einen Druckminderer auf Arbeitsdruck entspannt und vorwiegend durch Rohrleitungen, die je nach Baugröße der Anlage durch Sicherheitseinrichtungen (z. B. automatische Schnellschlussventile, Flammensperre) geschützt werden, zu den Verbrauchsstellen geführt.

Ein Sonderfall der Flaschenbatterie ist das **Flaschenbündel**, bei dem alle Flaschen gleichzeitig gefüllt, gemeinsam in einem Gestell transportiert und über einen zentralen Anschluss entleert werden.

Bild 2-5 zeigt ein Beispiel einer Acetylenanlage mit Hauptstellendruckminderer, Schnellschlussventil, Flammensperre

und Versorgung aus jeweils drei Einzelflaschen. Die Hochdruckschläuche von Acetylenflaschenbatterien sind mit Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt zu versehen, um Gefährdungen aus unterschiedlichen Drücken der Einzelflaschen auszuschließen. Bild 2-6 zeigt das Beispiel einer Acetylenanlage mit Acetylenflaschenbündeln, Hauptstellendruckminderer,

Bild 2-5: Acetylenflaschenbatterie (Quelle: Linde AG)



Bild 2-6: Acetylenversorgungsanlage mit Flaschenbündeln (Quelle: Linde AG)



rer, automatischer Schnellschlusseinrichtung sowie Zerfallssperre.

Die Vorteile des Einsatzes von Flaschenbatterien gegenüber Einzelflaschen liegen in der zentralen Bedienung, in der Raumerparnis an den Arbeitsplätzen, in der Verminderung des innerbetrieblichen Flaschentransportes und nicht zuletzt in der größeren Sicherheit.

Wegen des großen Energiegehaltes der Flaschenbatterien müssen die für Gasflaschen geltenden Sicherheitsbestimmungen besonders sorgfältig beachtet werden.

Das DVS-Merkblatt 0221 „Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung/Sicherheitstechnische Bewertung von Gasversorgungsanlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ bietet Hilfestellung bei der sicherheitstechnischen Bewertung und der Gefährdungsanalyse bestehender Gasversorgungsanlagen sowie bei der Festlegung erforderlicher Prüfungen und Prüffristen.

2.1.8 Verdampferanlagen

Zum Verbrauch großer Mengen an Sauerstoff wird heute immer häufiger die Anlieferung und Lagerung des Sauerstoffes in tiefkalt verflüssigtem Zustand genutzt. Zur Entnahme des Sauerstoffes wird dann eine Verdampferanlage eingesetzt, die bedarfsgerecht Sauerstoff in gasförmigen Zustand unter dem Druck der Versorgungsanlage (Ringleitung) bereitstellt.

Zu beachten ist dabei, dass jede Anlage entsprechend dem zu erwartenden Ver-

brauch ausgelegt wird, d. h., dass sichergestellt sein muss, dass der Sauerstoff immer nur maximal in der Menge entnommen wird, für die die Anlage ausgelegt ist, damit der Sauerstoff immer in gasförmigen Zustand in der Versorgungsleitung anliegt.

Flüssiger Sauerstoff würde bei Temperaturerhöhung sofort verdampfen und zu schlagartiger Druckerhöhung im Gasverteilungssystem führen.

2.2 Umgang mit Druckminderern

Jede Gasentnahme aus einer Gasflasche zum Schweißen und Schneiden erfolgt über einen Flaschendruckminderer. Die Konstruktion und wichtige Bestandteile eines Flaschendruckminderers zeigt Bild 2-7 auf Seite 20.

Da es sich bei Druckminderern und Manometern um empfindliche feinmechanische Geräte handelt, bedürfen sie pfleglicher Behandlung. Treten trotzdem Schäden an ihnen auf, dürfen sie nicht weiter benutzt werden. Reparaturen dürfen nur durch Fachleute, die meist auch von den Herstellern dafür autorisiert wurden, ausgeführt werden; nur Ersatzteile des Original-Herstellers sind zulässig.

Nicht sachgemäßes Anschließen des Druckminderers oder zu schnelles Öffnen des Flaschenventils bei nicht entspannter Stellschraube des Druckminderers können zu Schäden am Druckminderer selbst,

aber auch in nachgeschalteten Verteilungsleitungen führen.

Vor dem Anschrauben des Druckminderers ist das Flaschenventil vorsichtig kurz zu öffnen, um Staub und andere Verunreinigungen aus dem Anschlussstutzen zu blasen. Der Druckminderer ist in der aus der Bedienungsanleitung des Herstellers ersichtlichen Einbaulage anzubauen. Dabei ist darauf zu achten, dass weder Ventilabgang noch der Schlauchanschlussstutzen auf andere Flaschen gerichtet sind.

Vor dem Öffnen des Flaschenventils muss die Einstellschraube des Druckminderers bis zur Entlastung der Feder zurückgedreht werden. Dann erst ist langsam und vorsichtig das Flaschenventil zu öffnen. Dabei soll der Bediener sich niemals in der direkten Verlängerung von Ventilabgang, Abblasventil oder Schlauchanschlussstutzen aufstellen.

Die Dichtheit des Druckmindereranschlusses am Flaschenventil ist zu prüfen, gegebenenfalls sind Schaum bildende Mittel einzusetzen. Bei Undichtigkeiten ist der Anschluss auf korrekten Sitz und unbeschädigte Dichtung zu überprüfen. Das bloße Erzwingen von Dichtheit durch Erhöhung des Anzugmomentes der Anschlussmutter durch Verlängerung des Schlüssels oder Hammerschläge auf den Schlüssel ist, genau wie jegliches Nachziehen des Druckmindereranschlusses unter Druckbeanspruchung, äußerst gefährlich und immer wieder Ursache schwerer Unfälle.

Nach Feststellen der Dichtheit des Druckmindereranschlusses am Gasflaschen- oder Bündelventil ist durch langsames Einschrauben der Stellschraube der erforderliche Arbeitsdruck einzustellen.

Um Gasaustritte zu vermeiden, müssen die Flaschenventile oder Ventile an den Ge-

brauchsstellen von Gasversorgungsleitungen bei längeren Arbeitsunterbrechungen, nach Verbrauch des Flascheninhaltes und vor dem Abschrauben des Druckminderers geschlossen werden.

Bei größerer und länger dauernder Gasentnahme können insbesondere einstufige Druckminderer einfrieren, da bei der Entspannung des Gases vom hohen Flaschendruck (bei Sauerstoff 200 oder heute auch 300 bar) auf den relativ niedrigen Arbeitsdruck eine starke Abkühlung eintritt. Das

Auftauen darf nur mit heißem Wasser, Warmluft oder Ähnlichem erfolgen. Anwendung offener Flammen oder glühender Gegenstände ist untersagt.

Vorrangig sollte aber die Gerätetechnik dem Verbrauch angepasst werden, d. h. Einsatz von Flaschenbatterien oder -bündeln, Wahl auch mehrstufiger Druckminderer und von Druckminderern größerer Leistung.

Die Druckminderer müssen für die entsprechende Gasart gekennzeichnet sein

Bild 2-7: Prinzipskizze eines Flaschendruckminderers

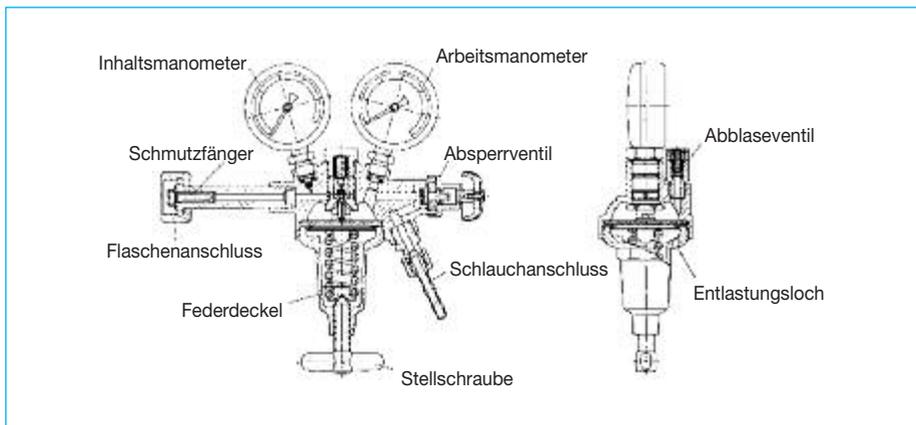


Bild 2-8: Acetylen-Flaschendruckminderer (Bauform für Deutschland: mit Anschlussbügel und Sicherheitsmanometern)



und zum genormten Flaschenanschluss passen. Zwischenstücke oder Adapter dürfen nicht verwendet werden. Es ist nicht zulässig, Flaschendruckminderer oder Entnahmestellendruckminderer für die Entnahme von Acetylen aus Flaschenbündeln einzusetzen oder für diesen Einsatz anzupassen. Hier sind geeignete Hauptstellendruckminderer zu benutzen.

Die Manometer von Acetylen-Flaschendruckminderern tragen die Aufschrift „acetylene“ und der einstellbare Hinterdruck ist auf 1,5 bar zu begrenzen (zusätzlich rote Marke am Hinterdruckmanometer bei 1,5 bar).

Alle Sauerstoffmanometer sind gemäß DIN EN 562 auf dem Zifferblatt mit dem Wort „oxigen“ oder dem Buchstaben „O“ sowie dem Symbol ~~OX~~ gekennzeichnet.

Eine farbliche Kennzeichnung der Zifferblattmitte erfolgt nicht mehr.

Der höchstzulässige Betriebsdruck ist mit einer farbigen Marke zu kennzeichnen.

Für alle Anlagenteile, die mit reinem Sauerstoff in Kontakt kommen können, ist auf absolute Freiheit von Öl, Fett oder Glycerin zu achten.

Geringe Spuren dieser Stoffe, besonders in feiner Verteilung, genügen bei Vorhandensein von reinem Sauerstoff bereits zur Einleitung einer Entzündung und explosionsartigen Verbrennung. Fettige Finger, gebrauchte Putzlappen, abtropfendes oder verspritztes Öl sind schon

für schwere Unfälle oder Brandschäden ursächlich gewesen.

Verschmutzte Teile lassen sich mit entsprechenden Mitteln reinigen (siehe BG-Information „Sauerstoff“ [BGI 617] und BG-Regel „Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“ [BGR 180]).

Bild 2-9: Einstufiger Sauerstoff-Flaschendruckminderer (mit Sicherheitsmanometern für Druckgasflaschen mit 200 bar und einstellbarem Arbeitsdruck bis maximal 10 bar)



2.3 Umgang mit Gas-schläuchen

Bei stationärem Betrieb und hohem Bedarf an Gasen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren erfolgt die Gasversorgung vorwiegend über fest verlegte Rohrleitungen. Von der Entnahmestelle der Versorgungsanlagen zum Verbrauchsgerät sowie im handwerklichen Bereich, mit häufig wechselnden Verbrauchsplätzen und -mengen, werden vorwiegend Schlauchleitungen eingesetzt. Es werden dabei besondere Anforderungen an die Schläuche, Schlauchkupplungen, Schlauchanschlüsse und deren Verbindungen gestellt.

Die technischen Anforderungen an die Beschaffenheit und Gestaltung sind in Normen festgelegt. Allein damit ist aber keine ausreichende Sicherheit gewährleistet. Betriebliche Einsatzbedingungen sind in jedem Fall zu berücksichtigen.

Es bleibt dabei oberstes Gebot, die Dichtigkeit der Schläuche und der Anschlussstellen zu erhalten, um Unfälle durch ausströmendes Gas zu vermeiden.

Dabei ist besonders zu achten auf:

1. Sicherung gegen Abgleiten

Es ist auf fachgerechte Verbindung zwischen Schlauch und Anschlussstück zu achten. Dabei sind nur genormte Durchmesser-Kombinationen von Schlauchinnendurchmesser und Anschlussstück einzusetzen. Maschinell

gefertigte und damit geprüfte Schlauchverbindungen sind zu bevorzugen.

Für Reparaturen sind aber auch Schlauchschellen oder Klemmen zulässig, die nach dem Schlauchaußendurchmesser ausgewählt werden. Beschädigungen des Schlauches durch falsche Platzierung der Befestigung oder zu starkes Quetschen des Schlauches sind dabei sicher auszuschließen. Die Dichtigkeit des Anschlusses ist z. B. durch Abpinseln mit Schaum bildenden Mitteln nachzuweisen.

Verbindungen mit Draht sind völlig ungeeignet.

2. Schutz gegen äußere Einwirkungen

Insbesondere bei Bauarbeiten ist mit mechanischen Beschädigungen, Verunreinigungen durch Öl oder Fett oder gar thermischen Einwirkungen zu rechnen. Biegebeanspruchung, Wärmestrahlung, aber auch UV-Strahlung können zur Versprödung der Schlauchhülle führen. Damit sind Festigkeit und Dichtigkeit des Schlauches nicht mehr gewährleistet. Beispiele solcher Schädigungen sind in den Bildern 2-10 und 2-11 auf Seite 24 zu sehen.

Gegen mechanische Beschädigungen sind die Schläuche z. B. zu schützen durch

- Schutzmaßnahmen an scharfen Kanten,
- druckfeste Überdeckung auf Verkehrswegen (Bild 2-12 auf Seite 24) und
- zweckmäßige Verlegung und Führung der Schläuche.



Bild 2-10:
Beschädigter Sauerstoff-
schlauch



Bild 2-11:
Beschädigter Brenngas-
schlauch



Bild 2-12:
Druckfeste Überdeckung
für Gasschläuche

3. Austausch schadhafter Schläuche

Insbesondere die Biegebeanspruchung am Flaschenanschluss und vielmehr noch am Brenner sorgt dafür, dass Schläuche über Gebühr beansprucht werden und Beschädigungen aufweisen.

Schadhafte Schläuche sind nachzusetzen oder sachgemäß auszubessern (Einsatz geeigneter Schlauchkupp-lungen); ein Ausbessern mit Isolierband ist kein sachgemäßes Ausbessern.

Vor allem ist auf richtigen Sitz der Schlauchklemme zu achten, damit hier nicht eine Beschädigung einzelner Schichten des Schlauches auftritt.

4. Erstmaliges Anschließen

Neue Schläuche sind vor erstmaligem Gebrauch gründlich mit vorzugsweise inerten Gasen auszuspülen. Damit sollen Verunreinigungen in den Schläuchen beseitigt werden. Vor Zünden des Brenners sind die Schläuche ausreichend mit den entsprechenden Betriebsgasen zu spülen. Das gilt sowohl für neue Schläuche als auch für Schläuche, die z. B. auf Baustellen an Einzelflaschen neu angeschlossen werden. Damit wird verhindert, dass sich im Schlauch noch rückzündfähiges Brenngas-Luft- oder Brenngas-Sauerstoff-Gemisch befindet.

Die tägliche Sichtprüfung ist wichtigstes Mittel zur Einhaltung der ersten drei Forderungen, umso mehr, wenn

es sich um Arbeitsbereiche ohne ausreichende Lüftung handelt oder die Schläuche nicht im unmittelbaren Sichtbereich verlegt sind.

Der Unternehmer ist gut beraten, wenn er durch Unterweisungen oder Anweisungen derartige Maßnahmen zum Bestandteil der täglichen Arbeitsaufgabe werden lässt; es ist Aufgabe der Versicherten sich entsprechend zu verhalten.

2.4 Umgang mit Brennern

Für Schweiß-, Schneid- und Anwärmarbeiten mit der Flamme werden in Deutschland überwiegend Saugbrenner (Injektorbrenner) benutzt, bei denen der Sauerstoff (oder bei Wärmebrennern auch die Druckluft) infolge des höheren Arbeitsdruckes das Brenngas über eine Injektordüse ansaugt.

Die erforderliche Funktionsprüfung ist zumindest

- vor der ersten Inbetriebnahme und
- beim Anschluss von Schläuchen durchzuführen.

Es empfiehlt sich, die Saugprobe auch nach Wechsel des Brenneinsatzes zu machen. Sie lässt sich nach Abnehmen des Brenngasschlauches von der Brenntülle leicht durchführen.

Die angefeuchtete Fingerspitze wird bei geöffneten Brennerventilen und an-

stehendem Sauerstoff- oder Pressluftdruck auf die Brenngastülle gelegt (Bild 2-13).

Zeigt sich dabei keine Saugwirkung, so ist der Brenner nicht in Ordnung und darf in diesem Zustand nicht benutzt werden.

Soll der Saugbrenner gezündet werden, so ist üblicherweise diese Reihenfolge einzuhalten:

1. Sauerstoffventil öffnen
2. Brenngasventil öffnen
3. Ausströmendes Gasgemisch anzünden
4. Flamme einstellen

Zum Abstellen ist in umgekehrter Reihenfolge zu verfahren.

Das Zünden des Brenners muss mit geeigneten Gasanzündern, die der

Unternehmer bereitzustellen hat, erfolgen. Die Verwendung von Streichhölzern oder Feuerzeugen kann zu Brandverletzungen führen. Es ist zu beachten, dass sofort mit Zündung der Flamme große Wärme entsteht. Auf ausreichenden Abstand zu Körperteilen, Kleidung oder brennbaren Gegenständen ist zu achten.

Wenn die Brennerflamme beim Gebrauch wiederholt abknallt oder gar zurückschlägt, ist dafür die Ursache meist in Überhitzung oder Verstopfung der Brennerdüse oder dem ungenügenden Dichtsitz des Brenneinsatzes zu finden.

Kühlen, Reinigen und leichtes Nachziehen der Überwurfmutter des Brenneinsatzes sollten für richtige Funktion sorgen. Lässt sich die Störung mit die-

sen Mitteln jedoch nicht beseitigen, ist der Brenner zur Reparatur an einen Fachmann, z. B. Herstellerbetrieb oder autorisierte Fachwerkstatt, zu übergeben.

Der Austausch von Verschleißteilen kann auch durch den Schweißer selbst erfolgen, wenn er nach besonderer Unterweisung über entsprechende Fachkunde verfügt und Ersatzteile des Herstellers zur Verfügung stehen.

Nach jeder Reparatur, besonders bei Verwendung von Bauteilen anderer Hersteller, ist eine Prüfung des Brenners auf Dichtheit, Saugfähigkeit, Gasrücktrittsicherheit, Rückzündsicherheit und sicheren Betrieb erforderlich. Die Ergebnisse der Prüfung sind zu dokumentieren.

Um jede Verwechslung zu vermeiden, müssen auf jedem sicherheitstechnisch wichtigen Einzelteil des Brenners der Name oder das Firmenzeichen des Herstellers und die Brenngasart angegeben sein.

Für Brenngase werden z. B. folgende Zeichen verwendet:

- A = Acetylen
- P = Flüssiggas, Propan
- M = Erdgas, Methan
- H = Wasserstoff

An der Mischdüse eines jeden Brenngas-Sauerstoff- oder Brenngas-Druckluft-Brenners muss das Kennzeichen für das jeweilige Mischsystem angegeben sein.

- i für Mischung mit Saugwirkung (Saugbrenner)
- II für Mischung ohne Saugwirkung (Druckbrenner)
- i für gasrücktrittsichere Mischung mit Saugwirkung
- II für gasrücktrittsichere Mischung ohne Saugwirkung

Fehlt der waagerechte Strich im Mischsystem-Kennzeichen, so bedeutet das mangelnde Sicherheit gegen Gasrücktritt. Dem Brenner muss dann an den Eingängen für Brenngas und Sauerstoff bzw. Druckluft jeweils eine entsprechende Sicherheitseinrichtung vorgeschaltet werden.

Für Wärmearbeiten sind anstelle eines Schweißbrenners spezielle Wärmebrenner mit Mehrlochdüse (Bild 2-14) oder Luftansaugbrenner einzusetzen. Derartige Brenner verursachen wesentlich geringere Geräusche.

Alle Geräte der Autogentechnik sind Präzisionsgeräte. Sie sind immer pfleglich zu behandeln, vor mechani-

Bild 2-14: Geräuscharmer Wärmebrenner mit Mehrlochdüse



Bild 2-13: Saugprobe am Injektorbrenner



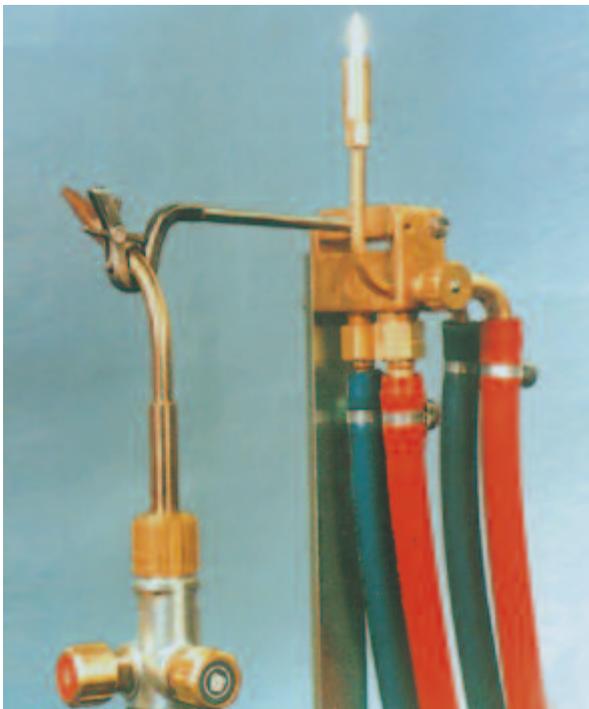
schen und thermischen Beschädigungen zu schützen und bei Nichtgebrauch sorgsam zu verwahren.

Das Anhängen der Schläuche und Brenner an Gasflaschen und Druckminderer ist gefährlich, hat wiederholt zu schweren Unfällen geführt und ist deshalb nicht gestattet.

Für das kurzfristige Ablegen des Brenners bei der Arbeit haben sich Aufhängegabeln bewährt. Durch eine sinnvolle Zusatzeinrichtung kann dabei die Gaszufuhr zum Brenner unterbrochen

werden, sodass die Flamme verlischt; eine Zündflamme zur Wiederzündung des Brenners ermöglicht schnelles Weiterarbeiten ohne Neueinstellung der Brennerflamme (Bild 2-15).

Angeschlossene Brenner dürfen niemals in geschlossene Schränke, Schubladen oder Werkzeugkisten abgelegt werden, weil es infolge unzureichenden Luftaustausches bei undichten oder unverschlossenen Ventilen zu explosionsfähigen Gasansammlungen kommen kann.



*Bild 2-15:
Aufhängevorrichtung
für Brenner, mit selbsttätiger
Gasabsperung und
Sicherung gegen Heraus-
fallen*

2.5 Umgang mit Sicherheits-einrichtungen

In der Autogentechnik sind Sicherheits-einrichtungen notwendig, um Menschen, Anlagen und Geräte zu schützen.

Jeder Schweißer weiß, dass es dann und wann zum „Abknallen“ des Brenners kommt – sei es infolge Überhitzung, sei es infolge Verstopfung des Brennermundstückes –, manche haben ein „Rück-zünden“ erlebt, ein Zurückschlagen der Flamme in den Brenner und Weiterbrennen dort mit pfeifendem Geräusch.

Wirklich gefährlich wird es indes, wenn – etwa infolge von Undichtigkeiten oder nur nachlässig angezogenen Verbindungen – im ganzen Brenner und in einem der Zuführungsschläuche ein Brenngas-Sauerstoff-Gemisch vorhanden ist, das dann bei einer Rückzündung explosionsartig verbrennt.

Aufgerissene Schläuche, Handverbrennungen, selbst Brände am Druckminderer und im schlimmsten Falle eine Acetylen-zersetzung in der Flasche können die Folge eines solchen „Flammenrück-schlages“ sein.

Was ist dagegen zu tun?

Einwandfreie Brenner, Schläuche und Druckminderer sind so wichtig wie eine sachgerechte Bedienung der Anlage: Dies sind die entscheidenden Voraussetzungen, um Gefährdungen zu vermeiden.

Will man mehr tun, können zur Vermeidung von Gefährdungen durch fehlerhafte Betriebszustände zusätzliche Sicherheitseinrichtungen zur Anwendung gelangen.

Solche Sicherheitseinrichtungen wurden im Sprachgebrauch der ehemaligen Acetylenverordnung als Gebrauchsstellenvorlage oder als Einzelflaschensicherung bezeichnet (Bilder 2-17 und 2-18 auf Seite 30).

Die Europäische Normung verwendet diese Begriffe nicht, sondern unterscheidet nur nach der Funktion. Es kommen je nach Schutzziel Sicherheitseinrichtungen mit Flammensperre, mit Gasrücktrittsicherung, mit Nachströmsperre oder mit Kombinationen dieser Eigenschaften zum Einsatz (Bild 2-16).

Bild 2-16: Acetylenflasche mit Druck-minderer, Sicherheitsmanometern und Sicherheitseinrichtung mit Flammensperre, Gasrücktrittsicherung und Nachströmsperre



Bild 2-17: Schweißbrenner mit Sicherheitseinrichtungen am Brenner (Einzelflaschensicherungen für Acetylen und Sauerstoff)



Bild 2-18: Sicherheitseinrichtung an Entnahmestelle einer fest verlegten Acetylenleitung sowie Sauerstoff-Entnahmestelle mit Entnahmenstellen-Druckminderer und Manometer



Einen Sonderfall der Sicherheitseinrichtungen stellt die Gebrauchsstellen-vorlage ATEX dar, die jedoch nur für den Einsatz mit Injektorbrennern geeignet ist. Sie ist eine Kombination aus Sicherheitseinrichtung und Leckgas-sicherung.

Der Brenngasschlauch ist bei diesem System drucklos und wird erst durch die Injektorwirkung des Verbrauchsgä-rates bei dessen Inbetriebnahme gefüllt.

Sobald der Unterdruck entfällt (kleine Leckagen, Schlauchbruch, undichte Verschraubungen, Außerbetriebsetzen des Brenners) wird der Gasfluss unterbrochen.

Damit bietet das System erhöhte Sicher-heit vor allem beim Arbeiten in engen Räumen.

Bild 2-19: Gebrauchsstellenvorlage ATEX



2.6 Formieren

Um an unzugänglichen Nahtbereichen, z. B. Wurzelseite in Rohren, Behältern, komplizierten Bauteilformen, lose Zunderschichten zu vermeiden oder bei hochlegierten Werkstoffen die Korro-sionsbeständigkeit zu gewährleisten, werden Formiergase eingesetzt.

Hierbei handelt es sich in der Regel um Argon, Stickstoff bzw. deren Gemische mit Wasserstoff. Mit dem Einsatz was-serstoffhaltiger Gase > 4 % ist eine der Voraussetzungen erfüllt, dass sich explosionsfähige Gemische bilden können.

Das kann allerdings nur dann geschehen, wenn Sauerstoff/Luft infolge unsachge-mäßer Durchführung des Formierorgan-ges hinzutreten kann.

Deshalb sind – insbesondere bei kom-plexen Bauteilgeometrien – Maßnahmen zu treffen, um ein unkontrolliertes Ein-dringen von Luft und ein Verbleiben von Luftpolstern zu vermeiden.

Die Wahl der geeigneten Formierme-thode für den jeweiligen Anwendungs-fall ist deshalb unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern, z. B. Gasmenge, Formierzeit, Vorlauf- und Nachströmzeit, Art der Zuführung und vieles andere mehr, von sicherheits-technischer Bedeutung.

Im Umgang mit Formiergasen ist die Erstickungsgefahr gegenüber der Explosionsgefahr nicht zu vernachlässigen. Deshalb sind beim Befahren for-mierter Behälter oder Rohrleitungen, einschließlich benachbarter Bereiche, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, wie Befahrerlaubnis, Messung der Luft-zusammensetzung, Sicherheitsposten, Aufsichtführender usw., zu veran-lassen; siehe BG-Regel „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1).

Beim Einsatz großer Mengen Formier-gas in geschlossenen Räumen ist stets für eine ausreichende Lüftung zu sorgen.

3 Gesundheitsgefahren durch Schadstoffe

Zusätzlich zu den Unfallgefahren wird der Schweißer durch Einwirkungen von Schadstoffen gefährdet. Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung hat der Unternehmer auftretende Gefährdungen zu bestimmen und entsprechende Schutzmaßnahmen aufzuzeigen. Die Gefahrstoffverordnung begründet je nach Art und Wirkung der Schadstoffe die Einstufung des Verfahrens/Arbeitsplatzes in eine Schutzstufe.

Es ist eine eindeutige Rangigkeit der auszuführenden Schutzmaßnahmen von Substitution des Verfahrens, technischen, dann organisatorischen Maßnahmen bis letztendlich zur Verwendung von persönlichen Schutzausrüstungen, die nur zur Beseitigung von verbleibenden Restgefahren dienen kann, vorgegeben.

Die Technische Regel zur Gefahrstoffverordnung (TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“) ist seit März 2009 veröffentlicht. Sie dient als Hilfe bei der Gefährdungsanalyse und der Festlegung wirksamer Schutzmaßnahmen.

3.1 Gase und Rauche

Unter den beim Gasschweißen und bei den verwandten Arbeitsverfahren auftretenden atembaren Schadstoffen sind die **nitrosen Gase** – auch **Stickoxide** genannt – wegen ihrer Gefährlichkeit an erster Stelle zu nennen. Es handelt sich um Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen, die sich an der Hüllfläche heißer Flammen bilden. Die nitrosen Gase sind gefährliche Reizgase, deren Einatmung schon in geringer Konzentration zu

lebensgefährlichen Erkrankungen infolge Schädigung des Lungengewebes führen kann. Oft zeigen sich die Symptome der Erkrankung erst mehrere Stunden oder Tage nach der Einwirkung, führen dann aber rasch zu sehr kritischen Gesundheitszuständen.

Hustenreiz, Atemnot und Brustschmerzen sind Anzeichen einer Vergiftung durch nitrose Gase. Besteht der Verdacht auf eine derartige Vergiftung, so ist die Arbeit sofort einzustellen und der Erkrankte bis zum Eintreffen des Arztes an frischer Luft vollkommen ruhig zu lagern. Bei Atemstillstand ist künstliche Beatmung durchzuführen.

Die Menge der sich bildenden nitrosen Gase ist umso größer, je länger die frei brennende Flamme und je größer die Brenndauer ist. Am gefährlichsten wird es, wenn große Brenner, z. B. Wärmebrenner, benutzt werden und diese dann auch noch mit großer Flammenlänge frei brennen.

Man soll deshalb den Brenner auch bei kurzen Zwischenräumen zwischen einzelnen Schweiß- und Wärmevorgängen abstellen.

Während in gut gelüfteten Werkstatträumen die sich bildenden nitrosen Gase schnell verdünnt und abgeführt werden und es somit dort kaum zu Vergiftungsfällen kommen wird, muss bei Autogenarbeiten in schlecht gelüfteten „engen Räumen“ (Tanks, Kessel, Behälter) relativ schnell mit der Entstehung gefährlicher Konzentrationen nitrosen Gase gerechnet

werden. Gute Be- und Entlüftung ist dort zwingend notwendig.

Zu berücksichtigen ist, dass möglichst Arbeitshaltungen eingenommen werden, die die nitrosen Gase nicht in den unmittelbaren Einatembereich gelangen lassen.

Weitere Informationen hierzu enthält die BG-Information „Nitrose Gase beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ (BGI 743).

Beim Gasschweißen der üblichen Eisenwerkstoffe entstehen aus dem Grundwerkstoff und den Schweißdrähten **Eisenoxid-rauche**, die jedoch nicht giftig sind und auch beim Einatmen normalerweise nicht zu Gesundheitsstörungen führen.

Kritischer wird es, wenn verzinkte, verbleite oder mit bleihaltigen Anstrichstoffen, wie Mennige, versehene Gegenstände geschweißt, brenngeschnitten oder autogen gewärmt werden.

Zinkrauche können „Zinkfieber“ bewirken, **Bleirauche** können zu schweren Bleivergiftungen führen. Solche Arbeiten sind nur in Verbindung mit lufttechnischen Maßnahmen durchführbar.

Atemschutzgeräte sind immer dann zusätzlich erforderlich, wenn die auftretenden Rauche und Gase durch die Lüftungstechnischen Maßnahmen nicht ausreichend beseitigt werden können.

Eine Übersicht über die bei den verschiedenen Schweißverfahren – einschließlich autogenem Brennschneiden, Flamm-spritzen sowie Weich- und Hartlötten – auf-

tretenden Schadstoffe sowie Hinweise auf Maßnahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge enthält die BG-Information „Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ (BGI 593).

3.2 Lufttechnische Maßnahmen

Bereits im Vorfeld hat der Unternehmer die Verpflichtung, durch Auswahl geeigneter Verfahren und Gerätetechnik für geringeres Schadstoffaufkommen zu sorgen.

Die beim Gasschweißen, Brennschneiden und verwandten Verfahren entstehenden Gase und Rauche sind in der Weise abzuführen, dass die Atemluft der Mitarbeiter von gesundheitsgefährlichen Stoffen freigehalten wird.

Das kann auf unterschiedliche Weise, je nach den örtlichen Gegebenheiten, der Verfahrensart und den verwendeten Zusatzwerkstoffen, geschehen, insbesondere durch

- Absaugung an der Entstehungsstelle,
- raumlufttechnische Anlagen,
- freie Lüftung und
- Kombination vorgenannter Maßnahmen.

Anforderungen an die Ausführung der jeweiligen Lüftungsart werden in der BG-Regel „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121) beschrieben.

Die Richtlinie VDI/DVS 6005 gibt Hinweise für die Planung von Lüftungsmaßnahmen an Schweißarbeitsplätzen.

4 Persönliche Schutzausrüstungen

Bereitstellung und Nutzung von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) sind im Arbeitsschutzgesetz enthalten.

Präzisiert werden die Forderungen durch die Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGR A 1).

Beim Schweißen, Schneiden und bei verwandten Verfahren kommen insbesondere zur Anwendung:

4.1 Arbeits- und Schutzkleidung

Der Schutz des Körpers vor Strahlung sowie Metall- und Schlackespritzern ist durch entsprechende Kleidung sicherzustellen.

Dabei ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Intensität der Einwirkungen bei den verschiedenartigen schweißtechnischen Verfahren zu prüfen, ob herkömmliche **Arbeitskleidung** in ausreichender Weise den Schutz gewährleisten kann oder aufgrund der speziellen Verfahren bzw. Arbeitsbedingungen **Schutzkleidung** zu verwenden ist.

Schutzkleidung ist vom Unternehmer zur Verfügung zu stellen. In jedem Falle muss die Kleidung hoch geschlossen und frei von Verunreinigungen durch Öle und Fette sein. Für spezielle Arbeitsbedingungen, z. B. Überkopfschweißen, Brennschneiden, Arbeiten in engen Räumen, sind geeignete Ergänzungen der Kleidung, wie Kopfhäuben, Gamaschen, schwer entflammare Kleidung u. Ä., erforderlich.

4.2 Atemschutz

Immer dann, wenn die notwendige Lüftung, z. B. Absaugung, nicht ausreichend wirksam oder im Einzelfall nicht möglich ist, muss der Schweißer persönlichen Atemschutz benutzen. Das gilt auch für Autoarbeiten an verzinkten, verbleiten oder mit Farben beschichteten Werkstücken und Nichteisenmetallen, vor allem aber in engen Räumen.

Abhängig von der Gefährdung sind die Geräte auszuwählen.

Gegen Schweißrauche werden bei sonst ausreichender Atemluft Partikel filternde Masken eingesetzt.

Sind unter diesen Bedingungen zusätzlich nitrose Gase zu erwarten, so sind auch Gasfilter gegen nitrose Gase (blaue Kennfarbe und meist Filterklasse 2 – für mittleres Aufnahmevermögen) erforderlich. Sind auch toxische Rauche in gefährlicher Konzentration möglich, sind entsprechende Kombinationsfilter, z. B. gegen nitrose Gase und Zinkoxid ein Filter N02-P2 (Kennfarbe blau/weiß), auszuwählen.

Vor allem in Bereichen, in denen beim Gas-schweißen, Brennschneiden oder bei verwandten Verfahren der Autogentechnik mit Sauerstoffverarmung durch Verbrennungs- oder auch Verdrängungsvorgänge zu rechnen ist, sind Atemschutzgeräte, die von der Umgebungsluft unabhängig wirken, einzusetzen. Solche Geräte sind Schlauchgeräte und Behältergeräte (Pressluftgeräte). Sauerstoffgeräte sind nicht zu verwenden. In jedem Fall sind bei Benutzung von Atemschutzgeräten weitere

Sicherungsmaßnahmen für Schadensfälle vorzusehen.

Gute Pflege der Geräte und Masken und rechtzeitiges Auswechseln der Filter gelten als wichtige Voraussetzungen für einen sinnvollen Einsatz der persönlichen Atemschutzgeräte.

Nicht zu bestreiten ist allerdings, dass gerade das Tragen von Atemschutzgeräten eine erhebliche Unbequemlichkeit und Belastung für den Schweißer darstellt.

Die Forderungen der BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR 190) sind einzuhalten.

Tragezeitbegrenzungen bei belastenden Atemschutzgeräten und medizinische Eignungs- bzw. Vorsorgeuntersuchungen sind anzubieten bzw. zu veranlassen. Bei der Benutzung von Atemschutzgeräten ohne Belastung (z. B. Gebläsefiltergeräte mit Helm) ist eine Tragezeitbegrenzung nicht vorgesehen.

4.3 Strahlung und Augenschutz

Von der Autogenflamme und dem Schweißbad geht Lichtstrahlung im sichtbaren, im ultravioletten und im infraroten Bereich aus. Diese Strahlung erreicht zwar bei weitem nicht die Intensität der Strahlungen beim Lichtbogenhand- oder Schutzgasschweißen, kann jedoch bei längerer Einwirkung auf das ungeschützte Auge unangenehm werden.

Sichtbare Lichtstrahlen haben Blendwirkung, ultraviolette Strahlen können zu schmerzhaften Augenentzündungen füh-

ren, infrarote Strahlen rufen eine Wärmewirkung, häufig mit Austrocknung der Augenoberfläche, hervor und führen in Extremfällen zum so genannten Feuerstar.

Gegen die Wirkung dieser Strahlen schützt sich der Autogenschweißer durch eine entsprechende Schutzbrille als Korb- oder Bügelbrille mit Seitenschutz (Bild 4-1 auf Seite 36). DIN EN 166 legt generelle Forderungen an persönlichen Augenschutz fest. Schutz gegen Schmelzmetall und heiße Festkörper wird danach nur von Korbbrillen und Gesichtsschutzschilden gewährleistet.

Die Anforderungen an die Schweißerschutzfilter sind umfassend in der DIN EN 169 festgeschrieben.

In den Bildern 4-2 und 4-3 auf Seite 36 sind für das Gasschweißen, das Hartlöten sowie für das Brennschneiden die empfohlenen Schutzstufen in Abhängigkeit vom jeweiligen Volumendurchsatz des Acetylens bzw. des Sauerstoffs dargestellt und reichen von Schutzstufe 4 bis Schutzstufe 7.

Sowohl Filter als auch Brillenkörper müssen die nach diesen Normen festgelegten Prüfungen, z. B. für mechanische Festigkeit, Oberflächenbeständigkeit, bestehen und sind entsprechend zu kennzeichnen.

Schweißerhelfer und andere Personen können aufgrund des größeren Abstandes zur Flamme die Schutzstufen 1,2 bis 4 verwenden.

Je nach Einsatzbedingungen können die nächsthöhere oder -niedrigere Schutzstufe verwendet werden. Filter mit zu hoher

Schutzstufe können sich unter Umständen nachteilig auswirken, da der Schweißer dazu gezwungen wird, näher an die Strahlungsstelle heranzugehen. Damit wird er unnötigerweise schädlichem Rauch ausgesetzt.

Bild 4-1: Schweißerschutzbrille als Bügelbrille mit Verstellsystem zur Anpassung an den Benutzer



Durch die beim Gasschweißen eingesetzten langen Schweißdrähte besteht ebenfalls die Gefahr von Augen- und Gesichtsverletzungen.

Das obere Ende des Schweißdrahtes sollte daher stets rund gebogen werden; diese Maßnahme hat sich in der Praxis seit vielen Jahren bewährt.

Hinweis:

Zum Schutz von Außenstehenden vor optischer Strahlung sind Stellwände oder Schweißerschutzvorhänge nach DIN EN 1598 zu verwenden!

Bild 4-2: Anzuwendende Schutzstufen*) beim Gasschweißen und Hartlöten

Arbeitsaufgabe	$q \leq 70$	$70 < q \leq 200$	$200 < q \leq 800$	$q > 800$
Schweißen und Hartlöten	4	5	6	7
Anmerkung: q ist der Acetylen-Volumendurchsatz in Liter je Stunde.				
*) Je nach Einsatzbedingungen kann die nächsthöhere oder nächstniedrigere Schutzstufe angewendet werden.				

Bild 4-3: Anzuwendende Schutzstufen*) beim Brennschneiden

Arbeitsaufgabe	$900 \leq q \leq 2000$	$2000 < q \leq 4000$	$4000 < q \leq 8000$
Brennschneiden	5	6	7
Anmerkung: q ist der Sauerstoff-Volumendurchsatz in Liter je Stunde.			
*) Je nach Einsatzbedingungen kann die nächsthöhere oder nächstniedrigere Schutzstufe angewendet werden.			

4.4 Lärm und Gehörschutz

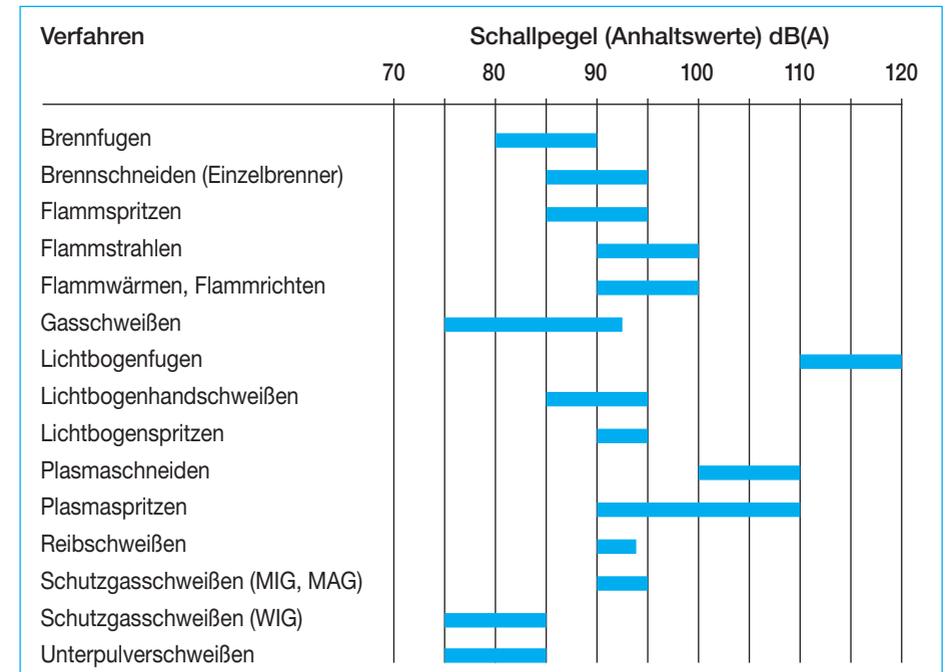
Schweiß-, Schneid- und Wärmebrenner gelten infolge des schnellen Austretens erheblicher Gasmengen aus der engen Brennerdüse als starke Lärmquellen. Bei Schweißbrennern etwa ab Größe 5 – Nennbereich 6 bis 9 mm – und bei Schneidbrennern etwa ab 20 mm Schneidstärke können Pegelwerte von mehr als 90 dB(A) gemessen werden. Anhaltswerte für Schallpegel verschiedener schweißtechnischer Verfahren sind im Bild 4-4 aufgeführt.

Bereiche, in denen Lärm von 85 dB(A) oder mehr auftritt, gelten als Lärmbereiche und sind entsprechend zu kennzeichnen, gegebenenfalls abzugrenzen. Für sie muss der Unternehmer ein Lärmminimierungsprogramm entwickeln und umsetzen.

Dazu gehören Einsatz lärmärmerer Geräte und Verfahren oder auch Schall absorbierende Gestaltung von Abschirmungen und Abtrennungen.

Wenn die technischen und organisatorischen Mittel und Möglichkeiten zur Lärm-

Bild 4-4: Schallpegel verschiedener Verfahren der Schweißtechnik



5 Schweißtechnische Arbeiten mit besonderen Gefahren

minderung ausgeschöpft sind, können persönliche Schallschutzmittel, z. B. Gehörschutzwatte, Gehörschutzstöpsel, Kapselgehörschützer, zum Einsatz gelangen. Sie sind ab einem Beurteilungspegel von 80 dB(A) vom Unternehmer zur Verfügung zu stellen und entsprechend vom Beschäftigten zu nutzen. Ab 85 dB(A) besteht die besondere Verpflichtung zur Benutzung. Es empfiehlt sich, Gehörschutz auch nach der Akzeptanz bei den Mitarbeitern auszuwählen.

Für Beschäftigte in Lärmbereichen ab 80 dB(A) sind medizinische Vorsorgeuntersuchungen anzubieten.

Für Beschäftigte in Bereichen ab 85 dB(A) sind regelmäßige Vorsorgeuntersuchungen durchzuführen.

4.5 Sonstige Schutzausrüstungen

In vielen Fällen wird der Gasschweißer zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände und gegen Anstoßen einen **Schutzhelm** tragen müssen, vor allem bei Arbeiten auf Baustellen und Außenmontagen.

Über den Schutz der Atmungsorgane, der Augen und des Gehörs wurde bereits einiges gesagt. Oft gilt es aber darüber hinaus gerade beim Schweißen und Schneiden, gefährdete Körperteile gegen Verbrennungen durch Wärmeübertragung, Funken, Spritzer, Schlacke und glühende Metallteilen zu schützen. So ist es zumindest beim Brennschneiden (Bild 4-5) üblich, aber auch bei der Arbeit mit großen Wärmebrennern zweckmäßig, an beiden

Händen **Stulpenhandschuhe**, meist aus Leder, zu tragen.

Häufig beklagen Schweißer Verbrennungen im Fußbereich – Fersen, Fußknöchel, auch Fußrücken –, weil besonders bei Arbeiten in Zwangslage Schweißperlen zwischen der Hose und den Schuhen eindringen können. Abhilfe ist möglich durch das Anziehen von **Gamaschen**.

Da beim Schweißen und Schneiden häufig mit Fußverletzungen durch herabfallende Gegenstände zu rechnen ist, gehören **Schutzschuhe** zur Grundausrüstung der Schweißer.

Spezielle Schweißerschutzschuhe mit Funkenschutzlasche und Schnellverschluss können das Risiko des Eindringens von Schweißperlen vermindern, aber vor allem die Schwere der Verbrennungen mindern, da die Schuhe sehr schnell abgestreift werden können.

Bild 4-5: Bedienerperson mit persönlichen Schutzausrüstungen an einer Brennschneidmaschine (Kapselgehörschützer, Schutzbrille, Schutzhandschuhe, Schürze, Schutzschuhe)



5.1 Arbeiten in engen Räumen

5.1.1 Gefahren

Der Begriff „enger Raum“ ist zwar kurz und knapp und somit sehr einprägsam, zeigt aber nicht die eigentlich damit verbundene Gefährdung auf. Bei Autogenarbeiten ist nicht nur die Enge des Raumes als Ausdruck mangelnder Bewegungsfreiheit die besondere Gefahr, sondern vor allem die fehlende natürliche Belüftung.

Zu beachten ist, dass der zum Verbrennen des Brenngases erforderliche Sauerstoff nur zu einem Teil aus der Sauerstoffflasche stammt. Zur vollständigen Verbrennung in der Streuflamme wird Sauerstoff aus der Umgebungsluft verbraucht.

Völlig umschlossene Arbeitsbereiche mit einem einzigen Zugang sind unzweifelhaft als enge Räume einzustufen; aber auch offene Bereiche ohne die allseitige Abgeschlossenheit eines Behälters oder „großräumige“ Bereiche ohne eigentliche Enge können zu „engen Räumen“ werden.

Die Bezeichnung des engen Raumes als „luftaustauscharmer Bereich“ wäre weitaus treffender für die Benennung der eigentlichen Gefährdung.

Schweißtechnische Arbeiten mit offener Flamme in luftaustauscharmen Bereichen führen im Wesentlichen immer zu gleichartigen Gefährdungen:

1. Anreicherung der Raumluft mit Sauerstoff.
2. Anreicherung der Raumluft mit brennbaren Gasen.

3. Anreicherung der Raumluft mit gesundheitsschädlichen Stoffen, z. B. nitrosen Gasen, Rauchen von Nichteisenmetallen.
4. Sauerstoffmangel.

Die größte Gefahr bei Schweiß-, Schneid- und Wärmearbeiten in engen Räumen droht durch unerkannten Sauerstoffaustritt mit nachfolgender Sauerstoffanreicherung der Kleidung. Immer wieder ist es, besonders im Bereich der Schiffswerften, zu schwersten Verbrennungsunfällen gekommen, weil Sauerstoff aus undichten Schläuchen oder Geräten ausgetreten war und manchmal sogar ein Schweißer Sauerstoff zur Kühlung benutzt hat!

Schon eine geringe Steigerung des Sauerstoffgehaltes in der Raumluft von normal 21 Vol.-% auf z. B. 25 Vol.-% bewirkt, dass die mit Sauerstoff angereicherte Arbeitskleidung – selbst wenn es sich dabei um schwer entflammbare Schutzkleidung handelt – beim Auftreffen eines Funkens sofort in Flammen aufgeht.

Wegen der zahlreichen, tödlich verlaufenden Verbrennungsunfälle kann nicht eindringlich genug vor der Verwendung von Sauerstoff zur Belüftung oder Kühlung gewarnt werden!

Hinweise zu den Gefahren und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Sauerstoff enthält die BG-Information „Gefahren durch Sauerstoff“ (BGI 644).

Zum frühzeitigen Erkennen eines Sauerstoffüberschusses hat sich insbesondere in Werften der Einsatz von Odoriemitteln

in zentralen Versorgungsanlagen als sinnvoll erwiesen.

Voraussetzung dazu ist die ständige Funktionsfähigkeit der Anlage.

Die BG-Regel „Odorierung von Sauerstoff zum Schweißen und Schneiden“ (BGR 219) nennt die Anforderungen an Bau und Ausrüstung sowie Betrieb derartiger Anlagen.

Einige Gaselieferer bieten aber auch Einzelflaschen mit odorisiertem Sauerstoff an,

sodass diese Technik auch für Klein- und Mittelunternehmen oder bei Arbeiten in engen Räumen einsetzbar ist.

In anderen Industriezweigen wird bevorzugt ein Messgerät eingesetzt, welches die Person im engen Raum bei sich trägt und das einen Sauerstoffüberschuss oder auch -mangel akustisch anzeigt.

Andere Gefahren in engen Räumen können durch die Bildung und ungenügende Beseitigung von nitrosen Gasen entstehen (siehe auch BG-Information

„Nitrose Gase beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ [BGI 743]), durch den Austritt und die Entzündung von Acetylen oder anderen eingesetzten Brenngasen, durch die Erwärmung und Zündung brennbarer Rückstände des früheren Ladegutes und schließlich durch Mangel an Sauerstoff als Folge von Verbrennungsvorgängen oder einer Verdrängung des Sauerstoffs durch andere Gase, wie Formiergase und Schutzgase.

Die Beurteilung der konkreten Arbeitsbedingungen, der sich daraus ergebenden speziellen Gefährdungen und die schriftliche Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen sind für den Einzelfall vorzunehmen.

Die verantwortliche Person hat insbesondere dafür zu sorgen, dass mit den Arbeiten erst begonnen wird, wenn die festgelegten Maßnahmen durchgeführt wurden. Zur Abstimmung der Arbeiten mehrerer Firmen ist ein Koordinator einzusetzen.

5.1.2 Schutzmaßnahmen

Entscheidende Schutzmaßnahme in engen Räumen ist eine gute **Be- und Entlüftung**. Zuluft muss eingeblasen (Bild 5-2), die mit Schadstoffen belastete Raumluft muss abgesaugt werden. Dabei ist die Frischluft so einzuleiten, dass die Lüfterneuerung im Zusammenwirken mit der Absaugung zumindest im Arbeitsbereich sichergestellt wird.

Bild 5-1: Wirkungen von Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuss in der Luft

Sauerstoffgehalt Vol.-%	Wirkung
bis 3	schnelles Erstickten
6 bis 8	schnelle bzw. sofortige Bewusstlosigkeit
11 bis 14	stark verminderte Leistungsfähigkeit, Störungen im zentralen Nervensystem
15 bis 16	Benommenheit, Ohnmacht möglich
17	untere Gefahrenzone
21	natürlicher Sauerstoffgehalt der Luft
23	obere Gefahrengrenze
24	Verdopplung der Verbrennungsgeschwindigkeit gegenüber natürlicher Luft
27	lebhaftes Verbrennen von verschiedenen Materialien
28	helles Aufflammen von Baumwolle
30	helles Aufflammen von Leinen
35	helles Aufflammen von Wolle
40	Entzündung von Stoffen, die mit feuerhemmenden Materialien imprägniert sind, wenn sie an der Zündstelle Ölverschmutzung aufweisen, zehnfache Verbrennungsgeschwindigkeit gegenüber natürlicher Luft
bis 50	explosionsartige Verbrennung

Bild 5-2: Beispiel einer Belüftung von engen Räumen im Schiffbau



Durch entsprechende Luftführung ist dafür zu sorgen, dass die beabsichtigte Maßnahme nicht durch „Kurzschlusslüftung“ zunichte gemacht wird.

Falls eine ausreichende Be- und Entlüftung im Einzelfall nicht möglich ist, muss jeder Schweißer im engen Raum ein von der Umgebungsatmosphäre unabhängiges **Atemschutzgerät**, z. B. Schlauchgerät, Behältergerät, benutzen. Sauerstoffgeräte sind hier genauso unzulässig wie das Belüften mit Sauerstoff.

Desgleichen sind Filtergeräte ungeeignet, weil sie nicht gegen Sauerstoffmangel schützen.

Die BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR 190) gibt Hinweise für Geräteauswahl, Personalauswahl, Eignungs- und Vorsorgeuntersuchungen sowie Tragezeitbegrenzungen für belastende Atemschutzgeräte.

Die Schutzkleidung aller in engen Räumen anwesenden Personen muss **schwer entflammbar** und frei von Verunreinigungen, wie Öl und Fett, sein. Das gilt auch für eventuell außerhalb des engen Raumes positionierte Sicherungsposten.

Brenngas- und Sauerstoffflaschen müssen stets außerhalb von engen Räumen bleiben.

Bei der Arbeit in engen Räumen müssen die Schweiß- und Schneidgeräte besonders sorgfältig behandelt und bedient werden; vor allem ist für den sicheren Anschluss der Gasschläuche zu sorgen.

Schon bei kurzen Unterbrechungen der Schweißarbeit sind die Brennerventile sorgfältig zu schließen.

Der Einbau selbsttätig wirkender Schlauchbruchsicherungen in Sauerstoffschläuche wird empfohlen. Bei längeren Arbeitsunterbrechungen, z. B. Frühstückspausen, Schichtwechsel, sind Brenner und Schlauchleitungen **aus dem engen Raum zu entfernen** oder von den Entnahmestellen zu trennen.

Schweißarbeiten in Tanks oder Behältern zählen aufgrund der erhöhten Gefährdung zu den „gefährlichen Arbeiten“. Sie dürfen deshalb nur von geeigneten Personen ausgeführt werden, denen die damit verbundenen Gefahren bekannt sind.

Soweit eine solche Arbeit von einer Person allein ausgeführt wird, hat der Unternehmer eine Überwachung sicherzustellen. Vielfach hat sich die Beobachtung des Schweißers durch einen außen postierten zweiten Mann bewährt, der im Notfall Hilfe herbeirufen und selbst helfen kann (wenn er entsprechend ausgerüstet ist!). In manchen Fällen kann ein Anseilen des Schweißers zweckmäßig und notwendig sein.

Im Bild 5-3 sind Schutzmaßnahmen für Schweißarbeiten in engen Räumen zusammengestellt.

Die vorgenannten Schutzmaßnahmen sind sinngemäß auch dann anzuwenden, wenn durch Außenarbeiten an

Bild 5-3: Schutzmaßnahmen in engen Räumen

1	Lufttechnische Maßnahmen	Absaugung/technische Lüftung zur Verhinderung Gefahr bringender Situationen – Belüftung, aber nicht mit Sauerstoff – Atemschutz mit geeigneten Geräten zur Vermeidung von Restrisiken	BGR 500 Teil 2, Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ Ziffer 3.7
2	Schutzanzug	– schwer entflammbar	
3	Einsatz Gasversorgung	– außerhalb	
4	Schutzmaßnahmen bei Arbeitsunterbrechung	– Entfernen Schläuche/Brenner – Trennen Entnahmestelle	BGR 117-1 „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“
5	Sicherungsposten	– Einsatz erforderlich – Zuverlässigkeit Ausnahme: – keine Gefahr durch Stoffe – ungehindertes Verlassen (z. B. Neubau von Behältern) (Zif.10.13)	
6	Arbeitsfreigabe	– Betriebsanweisung und zusätzlicher Erlaubnisschein (schriftlich) Verzicht Erlaubnisschein: – ausschl. Gefahren durch Einrichtungen – immer gleiche Arbeitsbedingungen (Zif. 5.3)	
7	Aufsichtführender	– Benennung durch den Unternehmer – Vertrautsein mit Gefahren	

Behältern usw. im Innern befindliche Personen infolge Bildung gesundheitsschädlicher Gase oder Dämpfe gefährdet werden.

Bei Schweißarbeiten in engen Räumen, in denen brennbare oder gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten sind oder waren, müssen zusätzlich die Sicherheitshinweise in den Schriften

- BG-Regel „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1) und
 - BG-Information „Arbeiten in engen Räumen“ (BGI 534)
- beachtet werden.

5.2 Arbeiten in Bereichen mit Brand- und Explosionsgefahr

5.2.1 Charakteristik und Ausdehnung der Bereiche

Außerhalb von speziell für Schweißarbeiten eingerichteten Werkstätten ist stets mit Bereichen, in denen Brand- oder Explosionsgefahr bestehen kann, zu rechnen.

Der Unternehmer muss durch eingehende Besichtigung vor Beginn der Gas-schweiß-, Löt- oder Brennschneidarbeiten prüfen, ob Bereiche mit Brand- oder Explosionsgefahr vorliegen.

Vorrangig sollte dann sein, schweißtechnische Arbeiten in diesen Bereichen zu vermeiden und möglichst durch andere Arbeitsverfahren zu ersetzen, bei denen nicht die Gefahr der Brand- oder Explosionsauslösung besteht.

Ist die Durchführung von schweißtechnischen Arbeiten unumgänglich, sind durch den Unternehmer geeignete Maßnahmen festzulegen, die eine Explosion oder Brandentstehung sicher vermeiden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei vielen Bränden oder auch Explosionen nicht die Brennerflamme selbst die Zündquelle war, sondern Funken, Spritzer, Schlacke, weggeschleuderte oder abtropfende glühende Metallteilchen oder gar die Wärmeleitung der geschweißten Teile.

Die von der Arbeitsstelle wegfliegenden oder abtropfenden Partikel erreichen dabei je nach Arbeitsverfahren, Arbeits-

weise und den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten durch ihre Flugbewegung und die sich daran anschließenden Roll-, Hüpf- und Gleitbewegungen häufig erstaunlich große Reichweiten (Bild 5-4).

Die Tabelle im Bild 5-5 gibt Anhaltswerte für durch Funkenflug gefährdete Bereiche bei verschiedenen Arbeitsverfahren. Grundlage dieser Angaben sind immer fachgerechte Ausführung der Arbeiten und richtige Handhabung der Autogengeräte, das heißt auch, Einstellung der korrekten Arbeitsdrücke und Flammenbilder des Brenners.

Für das Brennschneiden in 3 m Arbeitshöhe zeigt Bild 5-6 den gefährdeten Bereich beispielhaft auf. Raumbegrenzungen und wirksame Abschirmungen können diesen Bereich beschränken.

Unverschlossene Öffnungen, wie Schlitze oder Spalten, ermöglichen es aber

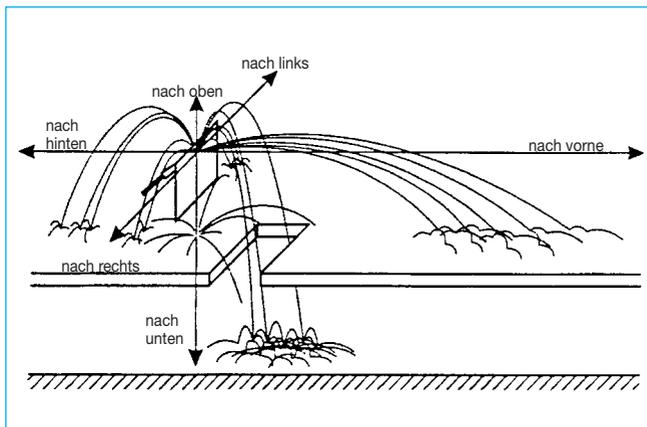


Bild 5-4: Ausbreitungsverhalten heißer Partikel bei schweißtechnischen Arbeiten

Bild 5-5: Anhaltswerte zur Bestimmung durch Funkenflug gefährdeter Bereiche

Arbeitsverfahren	Durch Funkenflug gefährdete Bereiche		
	Horizontale Reichweite ¹⁾	Vertikale Reichweite nach oben	Vertikale Reichweite nach unten
Löten mit Flamme	bis zu 2 m	bis zu 2 m	bis zu 10 m
Schweißen (manuelles Gas- und Lichtbogenschweißen)	bis zu 7,5 m	bis zu 4 m	bis zu 20 m
Thermisches Trennen	bis zu 10 m	bis zu 4 m	bis zu 20 m

¹⁾ Reichweite bei üblicher Arbeitshöhe von ca. 2 bis 3 m

durchaus, dass Funken oder Spritzer benachbarte Bereiche erreichen.

Es können aber noch weitere Ursachen für eine Brandentstehung verantwortlich sein. Eine Möglichkeit sind z. B. Sekundärflammen, die bei Arbeiten an Rohrleitungen aus nicht einsehbaren Öffnungen dieser Leitungen, auch in benachbarten Räumen, austreten und brennbare Materialien entzünden können.

Auch die Wärmeleitung darf nicht übersehen werden, insbesondere dann, wenn die zu bearbeitenden Bauteile in uneinsehbare Wände, Böden und Decken führen.

5.2.2 Bereiche mit Brandgefahr

Wenn sich das Entfernen brennbarer Stoffe und Gegenstände durch bauliche Gegebenheiten und betriebstechnische Gründe nicht vollständig verwirklichen lässt, sind

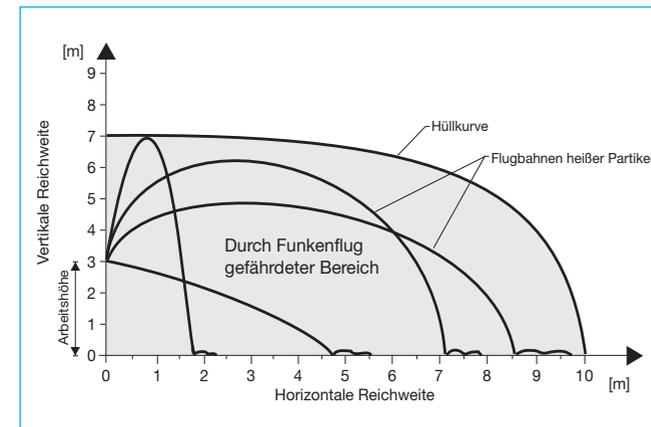


Bild 5-6: Ausdehnung des durch Funkenflug gefährdeten Bereiches beim thermischen Trennen in einer Arbeitshöhe von 3 m

zum Verhindern einer Brandentstehung folgende ergänzende Sicherheitsmaßnahmen erforderlich (Bild 5-7):

- Abdecken** verbliebener brennbarer Stoffe und Gegenstände, z. B. durch Sand, Erde, geeignete Pasten, Schäume oder schwer entflammbare Tücher. Ein Feuchthalten der Abdeckung verbessert deren Wirkung.
- Abdichten** von Öffnungen zu benachbarten Bereichen, wie Fugen, Ritzen, Mauerdurchbrüche, Kanäle, Rohröffnungen, Rinnen, Kamine, Schächte – z. B. mit Lehm, Gips, geeigneten Massen oder feuchtem Sand.
- Bereitstellen geeigneter **Feuerlösch-einrichtungen** nach Art und Umfang der Brandgefahren, z. B. mit Wasser gefüllte Eimer, Feuerlöcher oder angeschlossener Wasserschlauch.
- Überwachen durch einen **Brandposten**, der während schweißtechnischer Arbeiten den brandgefährdeten Bereich auf eine Brandentstehung beobachtet, einen möglichen Brand in seiner Entstehung durch einen eigenen Löschangriff verhindert und gegebenenfalls weitere Hilfe herbeiholt.

- Kontrolle durch eine **Brandwache**, die im Anschluss an die schweißtechnischen Arbeiten für die folgenden Stunden den Arbeitsbereich und seine Umgebung auf Glimmnester, verdächtige Erwärmung und Rauchentwicklung regelmäßig kontrolliert.

Die Sicherheitsmaßnahmen sollen unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen mit dem Auftraggeber abgestimmt werden und müssen in einer **Schweißerlaubnis** (Beispiel siehe Bild 5-8) schriftlich festgelegt werden.

Bild 5-9 auf Seite 48 zeigt schematisch das Vorgehen bei der Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen für Schweißarbeiten in Bereichen mit Brand- und Explosionsgefahr.

Bei regelmäßig wiederkehrenden, gleichartigen schweißtechnischen Arbeiten, unter vorhersehbar gleichen Bedingungen der Brandgefährdung, dürfen als Sonderfall der Schweißerlaubnis die ergänzenden Sicherheitsmaßnahmen in einer Betriebsanweisung schriftlich festgelegt werden (Beispiel siehe Bild 5-10 auf Seite 49).

Bild 5-7: Maßnahmen beim Schweißen unter Brandgefahr

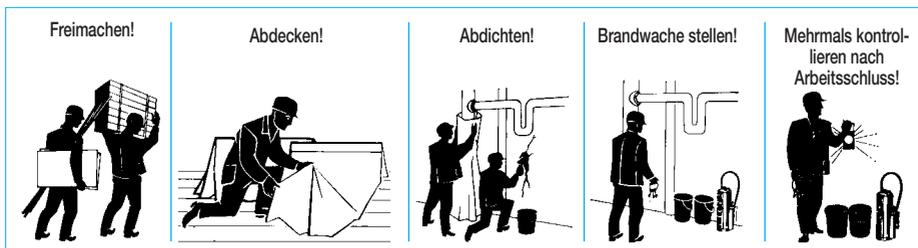


Bild 5-8: Beispiel für eine Schweißerlaubnis

Schweißerlaubnis nach Ziffer 3.8.3 der BGR 500 Teil 2 Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“		
1	Arbeitsort/-stelle Bereich mit Brand- und Explosionsgefahr	Die räumliche Ausdehnung um die Arbeitsstelle: Umkreis (Radius) von _____ m, Höhe von _____ m, Tiefe von _____ m
2	Arbeitsauftrag (z. B. Träger abtrennen) Arbeitsverfahren	Name: _____
3	Sicherheitsmaßnahmen bei Brandgefahr	Name: _____ Ausgeführt: _____ (Unterschrift)
3a	Beseitigen der Brandgefahr <input type="checkbox"/> Entfernen beweglicher brennbarer Stoffe und Gegenstände – gegebenenfalls auch Staubablagerungen <input type="checkbox"/> Entfernen von Wand- und Deckenverkleidungen, soweit sie brennbare Stoffe abdecken oder verdecken oder selbst brennbar sind <input type="checkbox"/> Abdecken ortsfester brennbarer Stoffe oder Gegenstände (z. B. Holzbalken, -wände, -fußböden, -gegenstände, Kunststoffteile) mit geeigneten Mitteln und gegebenenfalls deren Anfeuchten <input type="checkbox"/> Abdichten von Öffnungen (z. B. Fugen, Ritzen, Mauerdurchbrüche, Rohröffnungen, Rinnen, Kamine, Schächte) zu benachbarten Bereichen durch Lehm, Gips, Mörtel, feuchte Erde usw. <input type="checkbox"/> _____	
3b	Bereitstellen von Feuerlöschmitteln <input type="checkbox"/> Feuerlöscher mit <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> Pulver <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> Löschdecken <input type="checkbox"/> Löschsand <input type="checkbox"/> angeschlossener Wasserschlauch <input type="checkbox"/> wassergefüllte Eimer <input type="checkbox"/> Benachrichtigten der Feuerwehr	
3c	Brandposten	<input type="checkbox"/> Während der schweißtechnischen Arbeiten Name: _____
3d	Brandwache	<input type="checkbox"/> Nach Abschluss der schweißtechnischen Arbeiten Dauer: _____ Std. Name: _____
4	Sicherheitsmaßnahmen bei Explosionsgefahr	Name: _____ Ausgeführt: _____ (Unterschrift)
4a	Beseitigen der Explosionsgefahr <input type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher explosionsfähiger Stoffe und Gegenstände – auch Staubablagerungen und Behälter mit gefährlichem Inhalt oder dessen Resten <input type="checkbox"/> Beseitigen von Explosionsgefahr in Rohrleitungen <input type="checkbox"/> Abdichten von ortsfesten Behältern, Apparaten oder Rohrleitungen, die brennbare Flüssigkeiten, Gase oder Stäube enthalten oder enthalten haben und gegebenenfalls in Verbindung mit lufttechnischen Maßnahmen <input type="checkbox"/> Durchführen lufttechnischer Maßnahmen nach EX-RL in Verbindung mit messtechnischer Überwachung <input type="checkbox"/> Aufstellen von Gaswarngeräten _____ <input type="checkbox"/> _____	
4b	Überwachung	
4c	Aufhebung der Sicherheitsmaßnahmen	<input type="checkbox"/> Nach Abschluss der schweißtechnischen Arbeiten Nach: _____ Std. Name: _____
5	Alarmierung	Standort des nächstgelegenen Brandmelders _____ Telefons _____ Feuerwehr-Ruf-Nr. _____
6	Auftraggebender Unternehmer (Auftraggeber) Datum _____	Die Maßnahmen nach Nummern 3 und 4 tragen den durch die örtlichen Verhältnisse entstehenden Gefahren Rechnung. Unterschrift _____
7	Ausführender Unternehmer (Auftragnehmer) Datum _____	Die Arbeiten nach Nummer 2 dürfen erst begonnen werden, wenn die Sicherheitsmaßnahmen nach Nummer 3 und/oder 4 durchgeführt sind. Unterschrift _____ Kenntnisnahme des Ausführenden nach Nummer 2 Unterschrift _____

Bild 5-9: Schweißtechnische Arbeiten in Bereichen mit Brand- oder Explosionsgefahr

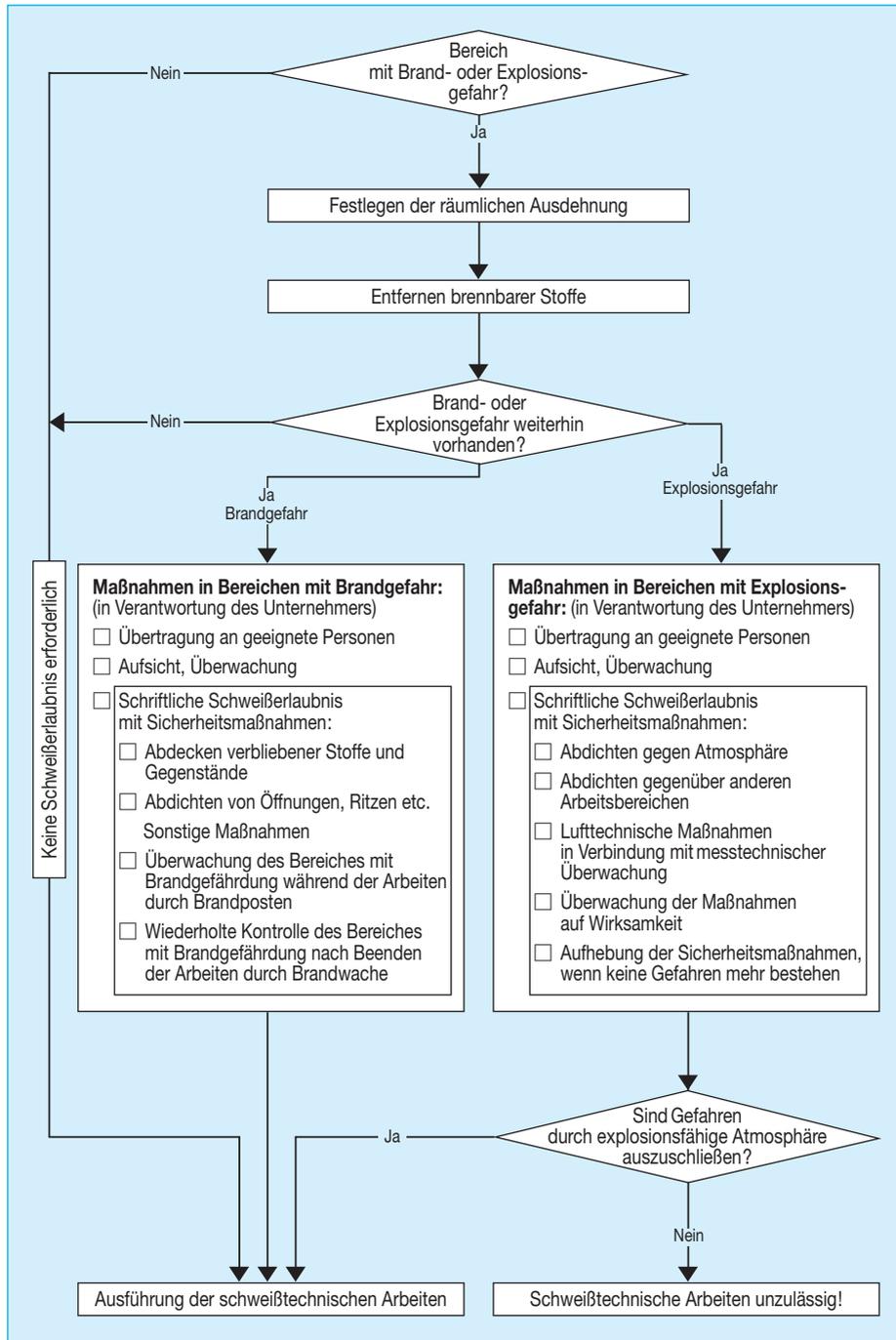


Bild 5-10: Beispiel für eine Betriebsanweisung

BETRIEBSANWEISUNG

- 1. ANWENDUNGSBEREICH**

Schweißtechnische Arbeiten in Bereichen mit Brandgefahr nach Ziffer 3.8.4 BGR 500 Kap. 2.26
- 2. GEFAHREN**

 - Wegfliegende oder abtropfende heiße Metall- oder Schlacketeilchen.
 - Wärmeleitung.
 - Sekundärflammen bei Autogenarbeiten an Rohrleitungen.
- 3. VERHALTENSREGELN**

 - Festlegen des brandgefährdeten Bereiches.
 - Absprache der Sicherheitsmaßnahmen mit dem Auftraggeber.
 - Informieren über Brandmeldeeinrichtungen.
 - Beginn der schweißtechnischen Arbeiten nach Durchführung der Sicherheitsmaßnahmen.
- 4. SICHERHEITSMABNAHMEN**

 - Entfernen sämtlicher beweglicher Stoffe und Gegenstände, die sich durch schweißtechnische Arbeiten in Brand setzen lassen.
 - Entfernen fester brennbarer Einrichtungen, z. B. Umkleidungen und Isolierungen, soweit baulich und betriebstechnisch durchführbar.
 - Abdecken verbleibender brennbarer Gegenstände, z. B. Holzbalken oder Kunststoffteile, mit geeigneten Materialien.
 - Abdichten von Öffnungen, Fugen, Ritzen, Rohröffnungen mit nicht brennbaren Stoffen, z. B. Gips, Mörtel.
 - Kontrolle auf Brandentstehung durch einen Brandposten mit geeigneten Feuerlöschscheinrichtungen, z. B. Feuerlöschern, angeschlossenem Wasserschlauch.
 - Vorhalten einer Brandwache für angemessenen Zeitrahmen nach Beendigung der schweißtechnischen Arbeiten.
- 5. VERHALTEN BEI BRANDENTSTEHUNG**

 - Einstellen schweißtechnischer Arbeit.
 - Unverzögerlicher Löschangriff durch den Brandposten und Alarmierung der Feuerwehr und innerbetriebliche Weitergabe des Alarms.
 - Warnung in der Nähe tätiger Personen.
- 6. VERHALTEN BEI UNFÄLLEN, ERSTE HILFE**

 - In Brand geratene Kleidung mit Handschuhen, Löschdecke ersticken.
 - Gegebenenfalls Alarmierung der Rettungsdienste (Tel.).
- 7. MITZUFÜHRENDE ARBEITSMITTEL**

 - Feuerlöschscheinrichtungen, z. B. Feuerlöscher, Wasserschlauch, Löschdecken (DIN 14155, DIN EN 1689).
 - Gegebenenfalls mobile Brandmeldeeinrichtungen, Funktelefon.
 - Materialien zum Abdecken, wie feuerfeste Abdeckmatten usw.
 - Materialien zum Abdichten, wie Gips, Mörtel.

Datum:

Unterschrift:

5.2.3 Bereiche mit Explosionsgefahr

Wenn sich das Entfernen explosionsfähiger Stoffe und Gegenstände durch bauliche Gegebenheiten und betriebstechnische Gründe nicht vollständig verwirklichen lässt, sind zum Verhindern einer explosionsfähigen Atmosphäre folgende ergänzende Sicherheitsmaßnahmen erforderlich:

1. Sicheres **Abdichten** gegenüber der Atmosphäre, z. B. von fest eingebauten Behältern, Apparaten oder Rohrleitungen, die brennbare Flüssigkeiten, Gase oder Stäube enthalten oder enthalten haben.
2. Sicheres **Abdichten** gegenüber anderen Arbeitsbereichen, z. B. durch Lehm, Gips, Mörtel, geeignete Massen oder feuchten Sand.
3. **Lufttechnische Maßnahmen** in Verbindung mit messtechnischer Überwachung während der Arbeit, z. B. durch Einsatz von Gaswarngeräten.
4. **Überwachen** der Wirksamkeit der Sicherheitsmaßnahmen während der Arbeiten, z. B. Beobachten von Gaswarngeräten und augenblickliches Einstellen der Arbeiten bei Gefahr.

Die Sicherheitsmaßnahmen sollen unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen mit dem Auftraggeber abgestimmt werden und müssen in einer Schweißerlaubnis (Beispiel siehe Bild 5-8 auf Seite 47) schriftlich festgelegt werden.

Die Sicherheitsmaßnahmen dürfen erst aufgehoben werden, wenn die Arbeiten

abgeschlossen sind und keine Zündgefahr mehr besteht.

Lassen sich Gefahren durch eine explosionsfähige Atmosphäre trotz der getroffenen Sicherheitsmaßnahmen nicht sicher ausschließen, dürfen schweißtechnische Arbeiten nicht ausgeführt werden.

5.3 Schweißarbeiten an oder in Behältern mit gefährlichem Inhalt

Für Schweißarbeiten in oder an Behältern, z. B. Tanks, Silos, Fässern, Apparaten, Rohrleitungen, Kanälen und dergleichen, die gefährliche Stoffe oder Zubereitungen enthalten oder enthalten haben können, müssen vor Beginn der Arbeiten sachkundig die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen festgelegt werden. Die Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen und die Durchführung der Arbeiten sind durch den Unternehmer oder seinen Beauftragten zu überwachen.

Gefährliche Stoffe oder Zubereitungen haben eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften:

- explosionsgefährlich,
- brandfördernd,
- hoch entzündlich,
- leicht entzündlich,
- entzündlich,
- krebserzeugend,

- sehr giftig,
- giftig,
- gesundheitsschädlich,
- ätzend
und
- reizend.

Auch geringe Reste solcher Stoffe können – insbesondere unter Schweißhitze – gefährlich werden. Solche Stoffe sind auch z. B. Heizöl, Dieselmotorenkraftstoff, Öle, Fette, bituminöse Massen.

Ergänzende Informationen können der BG-Regel „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1) und der BG-Information „Arbeiten in engen Räumen“ (BGI 534) entnommen werden.

Die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen umfassen in der Regel das Entleeren und Reinigen des Behälters sowie eine flammenerstickende Schutzfüllung während der Arbeiten, gegebenenfalls

auch gefahrloses Abführen von Schadstoffen.

Die Eigenschaften des Behälterinhaltes können z. B. folgende Maßnahmen beim Entleeren und Reinigen erfordern:

- Benutzen geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen,
- Potenzialausgleich zum Vermeiden elektrostatischer Aufladungen,
- funkenfreies Öffnen der Verschlüsse,
- Verwenden funkenfreier Entnahmeeinrichtungen
sowie
- Verwenden geeigneter Auffangbehälter.

Eine flammenerstickende Schutzfüllung ist erforderlich bei Behältern, die z. B. explosionsgefährliche oder entzündliche Stoffe enthalten.

Die Schutzfüllung kann z. B. aus Wasser, Stickstoff oder Kohlendioxid bestehen. Beispiellösungen dafür sind in den Bildern 5-11 bis 5-14 zu sehen.

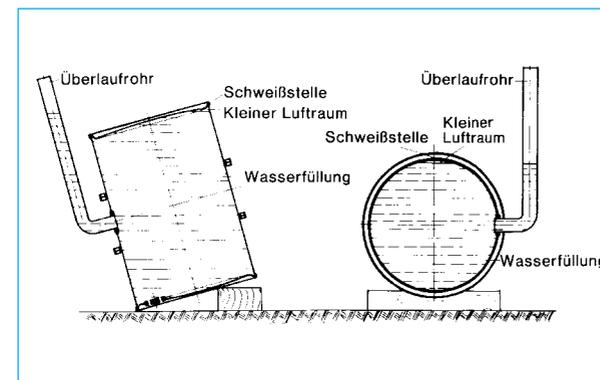


Bild 5-11:
Arbeitstechnik beim
Schweißen an Fässern
oder ähnlichen Hohl-
körpern

An geschlossenen Behältern darf nur geschweißt oder brenngeschnitten werden, wenn darüber hinaus Vorsichts-

maßnahmen getroffen sind, die das Entstehen eines gefährlichen Überdruckes verhindern.

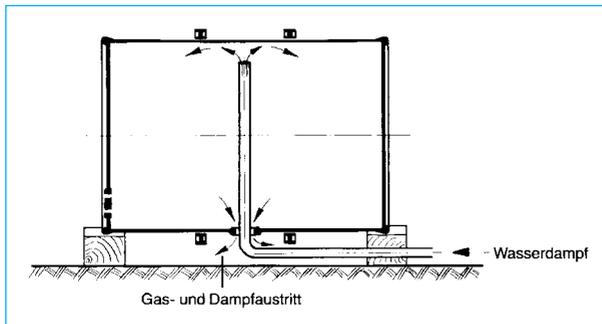


Bild 5-12:
Ausdampfen eines
Behälters

Bild 5-13: Schutzfüllung mit Stickstoff

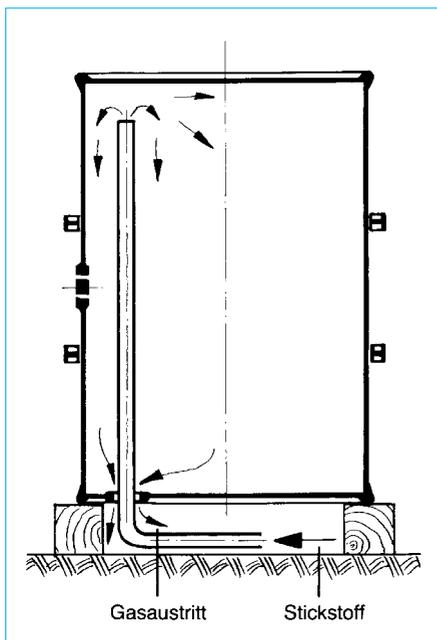
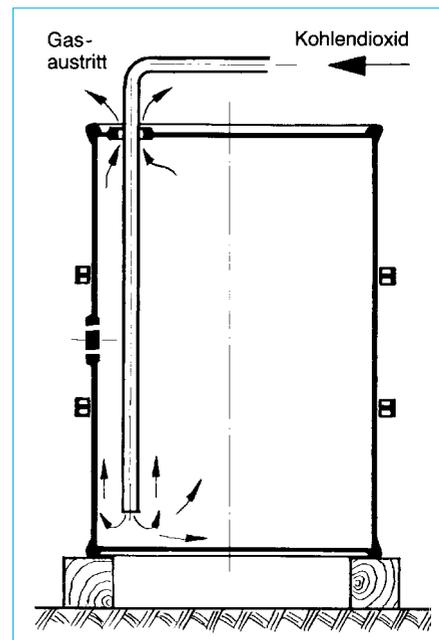


Bild 5-14: Schutzfüllung mit Kohlendioxid



5.4 Unterwasser-schweiß- und -schneid-arbeiten

Der Einsatz von Autogenverfahren in nasser Umgebung beschränkt sich im Wesentlichen auf das autogene Brennschneiden und das Brennbohren.

An die ausführenden Personen sind besondere Anforderungen zu stellen. Sie müssen sowohl tauchspezifischen Anforderungen (siehe auch Unfallverhütungsvorschrift „Taucherarbeiten“ [BGV C 23]) als auch schweißspezifischen Anforderungen gerecht werden, d. h. sowohl mit den Verfahren, deren praktischer Handhabung, aber auch mit entstehenden Gefährdungen vertraut sein.

Vor allem bei Arbeiten in geschlossenen Räumen oder Arbeitsräumen, an denen sich Hohlräume befinden, können sich zündfähige Gemische ansammeln.

Bei Verwendung flüssiger Brennstoffe kann es bei Zündung an der Wasseroberfläche Flächenbrände geben.

Ausführliche Hinweise über sicherheitstechnische Maßnahmen sind im Merkblatt DVS 1812 enthalten.

5.5 Arbeiten in Druckluft

Arbeiten unter erhöhtem Luftdruck gehören mit zu Arbeiten unter besonderer Gefahr. Gefahr, die von den immer anzutreffenden Bedingungen des „engen Raumes“ sowie der größeren Menge an Sauerstoff durch die Komprimierung der Luft ausgeht.

Damit sind alle Schutzmaßnahmen vorrangig, welche

- die Begrenzung der Personenzahl,
- die Ausstattung mit Schutzkleidung und
- den Einsatz von Sicherungsposten und Bereithalten von Rettungseinrichtungen

zum Inhalt haben.

Zu beachten ist weiterhin, dass Acetylen als Brenngas meist nicht eingesetzt werden kann, da dessen Arbeitsdruck für einen sicheren Betrieb nicht mehr als 1,5 bar betragen darf.

Die Aufstellung aller Druckgasflaschen darf nur außerhalb des Bereiches erhöhten Druckes erfolgen. Sicherheitsvorrichtungen gegen Flammrückschlag, Gasrücktritt und Schlauchbruch sind einzusetzen.

Für das eingesetzte Personal sind medizinische Maßnahmen gemäß Druckluftverordnung einzuleiten.

6 Unfallberichte

Unfallbericht 1:

Tödlicher Unfall durch Schutzgas

In einem nach oben offenen, ansonsten völlig umschlossenen Schacht mit einer Grundfläche von ca. 0,5 m² mussten kurzzeitige schweißtechnische Arbeiten mittels Schutzgasverfahren (Argon mit geringen Anteilen Sauerstoff) durchgeführt werden. Der Zugang zu diesem Schacht erfolgte über einen Einstieg in ca. 1,6 m Höhe, der von außen mittels einer Leiter erreicht werden konnte.

Die vorbereitenden Arbeiten waren abgeschlossen. Das Vorschubgerät war außen am Bauteil positioniert, der Anschluss an das zentrale Schutzgasnetz war erfolgt; die Brennereinrichtung mittels Feinabstimmungsschalter war über den Einstieg in den Schacht eingehängt.

Nach Beendigung der vorbereitenden Arbeiten verzögerte sich der Beginn der schweißtechnischen Arbeiten um ca. eine Stunde. Danach stieg ein Schweißer in den Schacht ein. Einige Zeit später wurde er vermisst; man fand ihn tot auf dem Schachtboden liegend.

Unfallursachen

Die vorgefundene Situation ließ erkennen, dass mit den Schweißarbeiten noch nicht begonnen worden war. Vielmehr hatten ein defektes Magnetventil das Ausströmen des Schutzgases und der in den Schacht eingehängte Brenner während der Arbeitsunterbrechung ein Auffüllen des verfügbaren Raumvolumens mit diesem Schutzgas ermöglicht.

Dies wurde noch dadurch begünstigt, dass der Arbeitsplatz offensichtlich nicht als enger Raum angesehen wurde und deshalb die erforderlichen Schutzmaßnahmen (technische Lüftung/geeignete Personenauswahl usw.) unterblieben.

Auch war es versäumt worden, eine gas-technische Prüfung (Dichtheit) des Gerätes bei den regelmäßigen und arbeits-täglichen Prüfungen durchzuführen.

Unter den gegebenen Arbeitsbedingungen und in Verbindung mit den Eigenschaften des Schutzgases war somit ein vollständiges Verdrängen der sauerstoffhaltigen Atmosphäre möglich. Der Schweißer hat deshalb beim Einsteigen in den Schacht eine nahezu reine inerte Atmosphäre geatmet. Dies hat zu seinem Tod geführt.

Unfallverhütung

Bei längerer Arbeitsunterbrechung (z. B. Frühstückspausen, Mittagspausen) sind

- angeschlossene Brenner aus engen Räumen zu entfernen oder
- die Schläuche sind von der Entnahmestelle (hier: Anschlussstelle an der Leitung für zentrale Schutzgasversorgung) zu trennen.

Beide Maßnahmen hätten diesen Unfall verhindert.

Die Diskussion aller Unfallursachen hat in dem betreffenden Betrieb dazu geführt, dass die technischen, organisatorischen und verhaltensbezogenen Maßnahmen überdacht und geändert wurden.

Unfallbericht 2:

Verbrennungen im Gesicht durch Stichflamme

In eine entleerte Kreideschlammleitung sollte eine Rohrabzweigung eingeschweißt werden. Dazu wurde zunächst ein entsprechendes Loch in die Rohrleitung gebrannt; die Schnittfläche wurde anschließend mit einem Winkelschleifer vorbehandelt.

Zum Einschweißen des Rohrabzweiges wurde dieser positioniert und mittels Stabelektrode geheftet. Beim Zünden der Elektrode entstand eine Verpuffung mit Stichflamme, die sich durch den Rohrabzweig schlagartig ausbreitete.

Der Schweißer erlitt dabei erhebliche Verbrennungen im Gesicht.

Unfallursachen

Ursache für die Verpuffung ist die Zündung eines explosionsfähigen Gemisches in der Kreideschlammleitung beim Zünden der Stabelektrode. Die Herkunft des explosionsfähigen Gemisches wurde geprüft. Dabei konnte ausgeschlossen werden, dass an den Rohrwandungen anhaftende Restmengen von Kalkschlamm mit zwei- bis dreiprozentigen Anteilen von Wasserstoffperoxid (Bleichmittel) zu einem derartigen Gemisch führen konnten.

Zu geringe Anteile H₂O₂ und die als hypothetisch anzusehende Zersetzungsreaktion führten in Verbindung mit der erheblichen zeitlichen Verzögerung der

Verpuffung trotz vorhandenen Zündpotenzials zu dieser Auffassung.

Als ursächlich wurde angesehen, dass

- sich unverbrannte Flammengase (CO/H₂) aus der Primärflamme im Rohr gesammelt haben,
- gleichzeitig der in der Rohrleitung vorhandene Sauerstoff verbraucht wurde und
- sich nach Öffnung des Rohrsegmentes die unverbrannten Flammengase allmählich mit der äußeren Luft zu einem explosionsfähigen Gemisch verbunden haben.

Erst beim Einschweißen erfolgte die Zündung.

Unfallverhütung

Ein derartiges Ereignis ist zwar bekannt, aber äußerst selten, da es nur unter ganz bestimmten örtlichen Gegebenheiten entstehen kann.

Wesentliche Voraussetzung ist ein sehr begrenztes, geschlossenes Raumvolumen (z. B. Rohrleitung) hinter dem Werkstück.

Deshalb wurde für zukünftige vergleichbare Arbeiten veranlasst, durch

- lufttechnische Maßnahmen oder
 - Inertisierung
- die Entstehung eines explosionsfähigen Gemisches zu verhindern.

Unfallbericht 3:

Ausbrand eines Batterie-druckminderers

Eine Brennschneidanlage wurde über Flaschenbatterien versorgt. Aufgrund des Absinkens des Schneidsauerstoffdruckes wurde ein Wechsel der Flaschenbatterie veranlasst.

Nach dem Wechsel wurden zunächst die Flaschenventile geöffnet, danach wurde das Hauptventil in der Entnahmelinie geöffnet.

Beim Druckanstieg ereignete sich im Niederdruckbereich des Batterie-druckminderers eine „Explosion“. Der Druckminderer brannte völlig aus; ein Werker erlitt dabei schwere Verbrennungen.

Unfallursache

Da zunächst keine Mängel erkennbar waren, wurde eine Überprüfung des Batteriedruckminderers veranlasst. Die Prüfung ergab, dass Druckminderer dieser Bauart von der BAM geprüft waren und die Prüfung auf Ausbrennsicherheit bestanden hatten.

Weitere Rückfragen ergaben, dass der Druckminderer tags zuvor gegen eben diesen ausgebrannten Druckminderer durch eine Fachfirma ausgetauscht worden war und dabei zum Zwecke der Abdichtung ein ungeeigneter Kleber eingesetzt wurde. Das Erhitzen des Klebers führte beim Öffnen der vollen Sauerstoffflaschen zum Ausbrand.

Unfallverhütung

Alle mit Sauerstoff in Berührung kommenden Einrichtungen müssen frei von Öl, Fett und ähnlichen Stoffen sein.

Es sind in Sauerstoff-Anlagen nur die von einem anerkannten Prüfinstitut für die Verwendung bei den zu erwartenden Betriebsbedingungen freigegebenen Werkstoffe, Dichtwerkstoffe und Gleitmittel zu verwenden.

Unfallbericht 4:

Explosion nach unbeabsichtigtem Gasaustritt

An der Entnahmestelle mit mehreren Verbraucheranschlüssen sollte für ergänzende Arbeiten an einem Großbauteil ein weiterer Anschluss in Betrieb genommen werden. Dazu wurde eine nicht unmittelbar beteiligte Person beauftragt. Diese hat einen mit Gasschläuchen versehenen Verbraucheranschluss geöffnet, von dem sie annahm, dass er betriebsbereit angeschlossen war. Kurz darauf kam es zu einer Explosion, bei der eine auf dem Bauteil befindliche andere Person schwer verletzt wurde.

Unfallursache

Die unbeteiligte Person hatte in Unkenntnis, welchem Verbraucheranschluss die in Betrieb zu nehmende Verbraucher-einrichtung zuzuordnen war, irrtümlich einen mit Gasschlauch angeschlossenen, aber nicht betriebsbereiten Anschluss geöffnet.

Dadurch, dass am Ende des Gasschlauches keine Verbrauchereinrichtung vorhanden war, konnte ungehindert Gas ausströmen.

Die durch das Bauteil bedingten beengten örtlichen Verhältnisse führten zu einem explosionsfähigen Gemisch, das durch Funkenflug infolge Brennschneidarbeiten aus benachbarten Bereichen gezündet wurde.

Unfallverhütung

Unbeabsichtigtes Ausströmen von Gas ist zu verhindern. Das trifft auch auf den sicheren Betrieb von Entnahmestellen in zentralen Anlagen zu. Eine sachgerechte Handhabung beim Öffnen und Schließen ist vom Unternehmer zu regeln, um eine irrtümliche Betätigung auszuschließen.

Eine sichere Maßnahme wäre auch die Trennung des Gasschlauches von der Entnahmestelle gewesen. Das wäre ein untrüglicher Hinweis darauf, dass der Anschluss nicht betriebsbereit ist.

Unfallbericht 5:

Platzen eines Sauerstoffschlauches einer Einzelflaschenanlage

Nach einer Arbeitspause hat der Schweißer versucht, seinen Autogenbrenner zu zünden. Als Brenner wurde ein gasrücktrittsicherer Brenner nach DIN EN ISO 5172 verwendet. Dabei kam es zu einem Flammenrückschlag (Brennerabknall).

Daraufhin hat der Schweißer die Ventile am Brenner geschlossen und die „Brennerspitze“ im Wasser gekühlt. Im Anschluss daran kam es beim Zünden erneut zu einem Flammenrückschlag, wobei der Sauerstoffschlauch unmittelbar am Brenneranschluss auf einer Länge von ca. 80 cm geplatzt ist (siehe Bild 6-1 auf Seite 58) und den Schweißer am rechten Unterarm erheblich verletzt hat.

Unfallursache

Als wahrscheinlichste Unfallursache ist anzunehmen, dass Sauerstoffmangel im Sauerstoffschlauch vorhanden war. Diese Situation kann nur dann eintreten, wenn die Sauerstoffflasche geleert war oder das Druckminderer-ventil bzw. das Flaschenventil geschlossen war oder bei zentraler Gasversorgung bei überhöhtem Gasverbrauch der Verdampfer vereist war.

Acetylen konnte somit in den Sauerstoffschlauch gelangen und mit dem Restsauerstoff ein explosionsfähiges Gemisch bilden, das dann durch die Flamme beim Rückschlag gezündet wurde.

Der Rückschlag ist offensichtlich ebenfalls durch die zu Beginn genannte Ursache ausgelöst worden, da der rückschlagsichere Betriebsbereich des Brenners infolge des fehlenden Sauerstoffdruckes verlassen und somit die Neigung zum Flammenrückschlag begünstigt wurde.

Unfallverhütung

Der Unfall wäre nur zu verhindern gewesen, wenn sich der Schweißer vor Arbeitsbeginn davon überzeugt hätte, dass die Gasversorgung uneingeschränkt gesichert ist.

Für eine zentrale Versorgungsanlage hätte gegolten, dass eine ausreichende Kapazität bei maximaler Belastung sichergestellt wäre.

Allerdings hätte in dieser Situation eine geeignete Sicherheitseinrichtung den Unfall verhindert, ohne dass diese im vorliegenden Fall (siehe Abschnitt 2.5) zwingend erforderlich gewesen wäre.

Unfallbericht 6:

Undichte Verschraubung an Einzelschneidbrenner

Bei Anwärmarbeiten mit einem Einzelschneidbrenner unterstützte der Schweißer den Brenner von unten mit der zweiten Hand. Sein Unterarm befand sich unterhalb der undichten Verschraubung.

Im Verlauf der Arbeiten sammelte sich ausgetretenes Acetylen bzw. Acetylen-Sauerstoff-Gemisch innerhalb des Ärmels seiner Bekleidung. Durch einen Metallspritzer oder eine ähnliche Zündquelle kam es zur Zündung des Gemisches. Dadurch erlitt der Schweißer Verbrennungen am Unterarm und der Hand.

Unfallursachen

Bei der Überprüfung des Brenners nach dem Unfall wurde festgestellt, dass die Verschraubung, mit der das Mischrohr an das Griffstück angeschlossen ist, nur ein sehr geringes Anzugsmoment aufwies. Da bei dem betroffenen Brennertyp diese Verschraubung gleichzeitig zur formschlüssigen Verpressung einer Bleidichtung dient, reichte das geringe Anzugsmoment der Schraube nicht aus, eine ausreichende Dichtwirkung zu erzielen.

Bild 6-2 zeigt Rußspuren, die bei der Verbrennung ausgetretener Gase entstanden sind. Die Markierungen am Griffstück deuten darauf hin, dass auch schon Leckflammen gebrannt haben können.

Unfallverhütung

Unbeabsichtigtes Ausströmen von Gas ist zu verhindern. Schraubverbindungen sind regelmäßig, spätestens jedoch unmittelbar beim Bemerkten von Gasaustritten, auf festen Sitz zu prüfen. Das bloße Ausblasen der Leckflamme bringt keinen Nutzen, da das Gas weiterhin ausströmen wird und wie hier durch Entzündung einer größeren Menge zu schweren Verbrennungen führen kann.

Autogengeräte und Zubehör mit Undichtigkeiten sind sofort außer Betrieb zu setzen und die Ursache für die Undichtigkeit zu beseitigen bzw. das Gerät ist einer Reparatur zuzuführen.

Bild 6-1: Geplatzter Sauerstoffschlauch

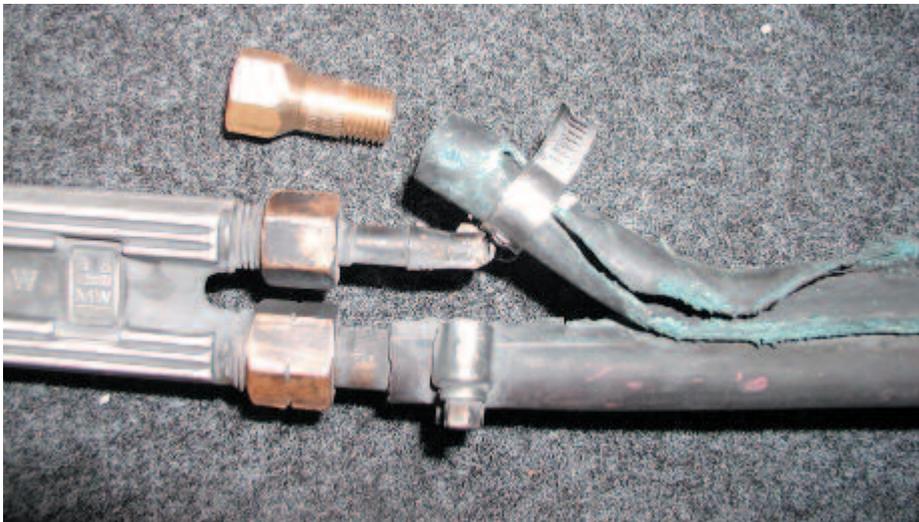


Bild 6-2: Brenner mit undichter Verschraubung



7 Vorschriften und Regeln

Zusammenstellung technischer Regelwerke

7.1 Unfallverhütungsvorschriften

- „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1)
- „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ (BGV A 2)
- „Taucherarbeiten“ (BGV C 23)
- „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34)

7.2 BG-Regeln und BG-Informationen

- „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ (BGR 104)
- „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1)
- „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121)
- „Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“ (BGR 180)
- „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR 190)
- „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (BGR 192)
- „Odorierung von Sauerstoff zum Schweißen und Schneiden“ (BGR 219)
- „Schweißbrauche“ (BGR 220)
- „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500), Teil 2
 - Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
 - Kapitel 2.31 „Arbeiten an Gasleitungen“
 - Kapitel 2.32 „Betreiben von Sauerstoffanlagen“
 - Kapitel 2.33 „Betreiben von Anlagen für den Umgang mit Gasen“
- „Arbeiten in engen Räumen“ (BGI 534)
- „Fassmerkleblatt – Umgang mit entleerten, gebrauchten Gebinden“ (BGI 535)
- „Metallbau – Montagearbeiten“ (BGI 544)
- „Lichtbogenschweißer“ (BGI 553)
- „Brandschutz bei Schweiß- und Schneidarbeiten“ (BGI 563)
- „Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ (BGI 593)
- „Gefahren durch Sauerstoff“ (BGI 644)
- „Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt und Flammendurchschläge in Einzelflaschenanlagen“ (BGI 692)
- „Nitrose Gase beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ (BGI 743)
- „Arbeitsplatzlüftung – Entscheidungshilfen für die betriebliche Praxis“ (BGI 5121)

7.3 Verordnungen und Technische Regeln

- Betriebssicherheitsverordnung
- Gefahrstoffverordnung
- Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE)

(zu beziehen durch Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln)

7.4 Normen

- DIN 8541 Teil 2
„Schläuche für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren; Schläuche mit Ummantelung für Brenngase, Sauerstoff und andere nicht brennbare Gase“
- DIN 32503
„Schutzkappen für Betriebs-Druckmessgeräte (Manometer) mit Gehäuse-durchmesser 63 mm für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
- DIN EN 166
„Persönlicher Augenschutz; Anforderungen“
- DIN EN 169
„Persönlicher Augenschutz; Filter für das Schweißen und verwandte Techniken; Transmissionsanforderungen und empfohlene Anwendung“
- DIN EN 175
„Persönlicher Schutz; Geräte für Augen- und Gesichtsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“
- DIN EN 559
„Gasschweißgeräte; Gummi-Schläuche für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse“
- DIN EN 560
„Gasschweißgeräte; Schlauchanschlüsse für Geräte und Anlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse“
- DIN EN 561
„Gasschweißgeräte; Schlauchkupplungen mit selbsttätiger Gassperre für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse“
- DIN EN 562
„Gasschweißgeräte; Manometer für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse“

- DIN EN 730-1
„Gasschweißgeräte; Sicherheitseinrichtungen – Teil 1: Mit integrierter Flammensperre“
- DIN EN 730-2
„Gasschweißgeräte; Sicherheitseinrichtungen – Teil 2: Ohne integrierte Flammensperre“
- DIN EN 731
„Gasschweißgeräte; Handbrenner für angesaugte Luft; Anforderungen und Prüfungen“
- DIN EN 1089-3
„Ortsbewegliche Gasflaschen; Gasflaschenkennzeichnung (ausgenommen Flüssiggas LPG) Teil 3: Farbcodierung“
- DIN EN 1256
„Gasschweißgeräte; Festlegungen für Schlauchleitungen für Ausrüstungen zum Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse“
- DIN EN 1326
„Gasschweißgeräte; Kleingeräte zum Gaslöten und -schweißen“
- DIN EN 1327
„Gasschweißgeräte; Thermoplastische Schläuche zum Schweißen und für verwandte Verfahren“
- DIN EN 1598
„Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren; Durchsichtige Schweißvorhänge, -streifen und Abschirmungen für Lichtbogen-schweißprozesse“
- DIN EN 15068
„Gasschweißgeräte; Labormessungen für von Brennern für Schweißen, Schneiden, Wärmen, Hartlöten und Weichlöten erzeugte Geräusche – Messmethode“
- DIN EN ISO 2503
„Gasschweißgeräte; Druckregler und Druckregler mit Durchflussmessgeräten für Gasflaschen für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse bis 300 bar“
- DIN EN ISO 5172
„Gasschweißgeräte; Brenner für Schweißen, Wärmen und Schneiden; Anforderungen und Prüfungen“
- DIN EN ISO 7225
„Ortsbewegliche Gasflaschen – Gefahrgutaufkleber“
- DIN EN ISO 7291
„Gasschweißgeräte; Hauptstellendruckregler für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse bis 300 bar“
- DIN EN ISO 14114
„Gasschweißgeräte; Acetylenflaschen-Batterieanlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren – Allgemeine Anforderungen“

- DIN EN ISO 15615
„Gasschweißgeräte; Acetylen-Batterieanlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse – Sicherheitsanforderungen für Hochdruckeinrichtungen“
- DIN ISO 9090
„Gasdichtheit von Geräten für Gasschweißen und verwandte Verfahren“
(zu beziehen über Beuth-Verlag, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin)

7.5 Sonstige Regeln der Technik

- DVS 0211
„Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen“
- DVS 0212
„Umgang mit Druckgasflaschen“
- DVS 0221
„Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung/Sicherheitstechnische Bewertung von Gasversorgungsanlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
- DVS 1812
„Arbeitsschutz beim Unterswasserschweißen und -schneiden“
- DVS 2307 Teil 2
„Arbeits- und Umweltschutz beim thermischen Spritzen“
- VDI/DVS 6005
„Lüftungstechnik beim Schweißen und bei den verwandten Verfahren“
(zu beziehen über DVS-Verlag, Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf)
- VdS 2008
„Feueregefährliche Arbeiten; Richtlinien“
- VdS 2047
„Feueregefährliche Arbeiten; Sicherheitsvorschriften“
(zu beziehen über VdS Schadensverhütung GmbH – Verlag –, Amsterdamer Straße 174, 50735 Köln)

Anhang

Nachweis der Einhaltung der höchstzulässigen Mengen nach Unterabschnitt 1.1.3.6 ADR (1000-Punkte-Regel)

Firma/Absender:	Kfz-Kennzeichen:
Empfänger/Baustelle:	

UN-Nr.	Gefahrgut/ Gefahrstoff	Anzahl der Verpackungen	Fassungsraum je Verpackung in l/ in kg	Summe	Faktor	Punkte
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
UN						
Gesamtpunktzahl:						

Gesamtpunktzahl < 1000 = Beförderung kleiner Mengen nach Unterabschnitt 1.1.3.6 ADR
 Beförderung nach Unterabschnitt 1.1.3.1c) ADR im Rahmen der Haupttätigkeit
 Gesamtpunktzahl ≥ 1000 = Gefahrgutbeförderung (z. B. Warntafeln, ADR-Bescheinigung ...)

Datum, Fahrer: _____

Beförderungsbeispiel

UN-Nr.	Gefahrgut/ Gefahrstoff	Anzahl der Verpackungen	Fassungsraum je Verpackung in l/in kg	Summe	Faktor	Punkte
UN 1001	Acetylen (unter Druck gelöst)	3	7 kg	21	3	63
UN 1072	Sauerstoff (verdichtet)	5	50 l	250	1	250
UN 1965	Propan/Butan (verflüssigt)	5	33 kg	165	3	495
UN 1203	Benzin	1	20 l	20	3	60
UN 1202	Diesel, Heizöl	1	50 l	50	1	50
UN 1950	Spraydosen (brennbar)	10	1 kg	10	3	30
UN 2037	Gaskartuschen (brennbar)	10	0,5 kg	5	3	15
UN						
UN						
UN						
Gesamtpunktzahl:						963

Gesamtpunktzahl < 1000 = Beförderung kleiner Mengen nach Unterabschnitt 1.1.3.6 ADR
 Beförderung nach Unterabschnitt 1.1.3.1c) ADR im Rahmen der Haupttätigkeit
 Gesamtpunktzahl ≥ 1000 = Gefahrgutbeförderung (z. B. Warntafeln, ADR-Bescheinigung ...)

Zuständigkeitsbereiche der
Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)



□ Hauptverwaltung
 und Prävention
 Präventionsdienst/
 Außenstelle

Maschinenbau- und Metall-BG (MMBG)
 Hütten- und Walzwerks-BG (HWBG)
 Maschinenbau- und Metall-BG (MMBG)
 Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)



Vereinigung der Metall- Berufsgenossenschaften

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft
40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444 und 545
Internet: www.vmbg.de

11.08

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444

Internet: www.mmbg.de · www.hwbg.de

Präventionsabteilung

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-545

E-Mail: praevention@mmbg.de

Außendienststellen der Präventionsabteilung

33602 **Bielefeld** · Oberntorwall 13/14
Telefon 0521 967047-4
Telefax 0521 96704-99
E-Mail: ad.bielefeld@mmbg.de

06842 **Dessau-Roßlau** · Raguhner Straße 49 b
Telefon 0340 2525-104
Telefax 0340 2525-362
E-Mail: ad.dessau@mmbg.de

44263 **Dortmund** · Semerteichstraße 98
Telefon 0231 4196-128
Telefax 0231 4196-199
E-Mail: ad.dortmund@mmbg.de

01109 **Dresden** · Zur Wetterwarte 27
Telefon 0351 886-3213
Telefax 0351 886-4576
E-Mail: ad.dresden@mmbg.de

40239 **Düsseldorf** · Graf-Recke-Straße 69
Telefon 0211 8224-838
Telefax 0211 8224-844
E-Mail: ad.duesseldorf@mmbg.de

51065 **Köln** · Berg, Gladbacher Straße 3
Telefon 0221 6784-265
Telefax 0221 6784-222
E-Mail: ad.koeln@mmbg.de

04109 **Leipzig** · Elsterstraße 8 a
Telefon 0341 12991-17
Telefax 0341 12991-11
E-Mail: ad.leipzig@mmbg.de

39104 **Magdeburg** · Ernst-Reuter-Allee 45
Telefon 0391 53229-13
Telefax 0391 53229-11
E-Mail: ad.magdeburg@mmbg.de

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)

Präventionshotline

55130 **Mainz** · Wilh.-Theodor-Römheld-Str. 15
Telefon 0800 999 0080-2
Telefax 06131 802-12800

E-Mail: best@bgmet.de
Internet: www.bg-metall.de

Weitere Informationsschriften finden Sie auf der DVD
„Prävention – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz“.